

Antena Susun Linier Mikrostrip 8 Elemen dengan Pencatuan *Coaxial Probe* pada Frekuensi 2,4 GHz

Asep Barnas Simanjuntak[#], Ananda Imee Amelinda, Hanny Madiawati, Ferry Satria

Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bandung
Jl. Gegerkalong Hilir, Ds. Ciwaruga, Kabupaten Bandung Barat 40559, Indonesia
[#]asep.barnas@polban.ac.id

Abstrak

Teknologi komunikasi *wireless* sangat dibutuhkan seiring dengan bertambahnya pengguna internet yang semakin meningkat. Salah satu teknologi yang dapat mendukung komunikasi *wireless* untuk mengakses internet adalah WLAN (*Wireless Local Area Network*) yang bekerja pada daerah frekuensi UHF (*Ultra High Frequency*) 2,4 GHz. Untuk itu dibutuhkan sebuah perangkat antena. Antena mikrostrip yang merupakan antena dengan masa yang ringan, mudah dipabrikasi, dan memiliki performa yang baik. Performa antena dipengaruhi beberapa faktor, dua diantaranya adalah jumlah elemen dan teknik pencatuan yang digunakan. Pada penelitian ini telah direalisasikan antena mikrostrip *array* 8 elemen susunan linier untuk meningkatkan *directivity* dengan pencatuan *coaxial probe* untuk direktivitas dan *bandwidth* yang diinginkan. Antena dirancang untuk bekerja pada frekuensi 2,4-2,4835 GHz dengan spesifikasi *bandwidth* lebih dari 100 MHz dan *directivity* lebih dari 13 dB. Dari hasil pengukuran, antena mikrostrip 8 elemen dengan pencatuan *coaxial probe* bekerja pada *range* frekuensi 2,392-2,502 GHz dengan *bandwidth* 110 MHz dan *directivity* 16,12 dB.

Kata kunci: antena mikrostrip, antena susun, *coaxial probe*, WLAN

Abstract

Wireless communication technology is needed along with the increasing number of internet users. One of the technologies that can support wireless communication to access the internet is WLAN (Wireless Local Area Network) which operates in the UHF (Ultra High Frequency) 2.4 GHz frequency area. For that we need an antenna device. Microstrip antenna which is an antenna with a light mass, easy to manufacture, and has good performance. Antenna performance is influenced by several factors, two of which are the number of elements and the feeding technique used. In this research, an 8-element linear array microstrip array antenna has been realized to increase directivity by distributing coaxial probes for the desired directivity and bandwidth. The antenna is designed to work at a frequency of 2.4-2.4835 GHz with a bandwidth specification of more than 100 MHz and a directivity of more than 13 dB. From the measurement results, the 8-element microstrip antenna with coaxial probe feeding works in the frequency range of 2.392-2.502 GHz with a bandwidth of 110 MHz and a directivity of 16.12 dB.

Keywords: microstrip antenna, array antenna, coaxial probe, WLAN

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan data dari Internet World Stats, pada Juni 2021 terdapat 212,354,070 pengguna internet di Indonesia atau 76,84% dari jumlah penduduk, sedangkan berdasarkan data dari Internet World Stats, pada Juni 2021 terdapat 2,7 miliar pengguna internet di Asia atau sebesar 53,4% penduduk Asia merupakan pengguna internet [1]. WLAN (*Wireless Local Area Network*) merupakan salah satu teknologi yang dapat mendukung komunikasi

wireless untuk mengakses internet. Antena merupakan bagian dari sistem *wireless* untuk menerima gelombang elektromagnetik menuju ruang bebas dan menerimanya dari ruang bebas.

Antena yang banyak digunakan saat ini adalah antena mikrostrip karena antena memiliki berbagai fitur seperti ringan, mudah difabrikasi, dan bersifat *mobile* [3]. Performa dari antena mikrostrip dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah jumlah elemen dan teknik pencatuan yang digunakan [4].

Untuk memperoleh direktivitas (*gain*) yang tinggi dilakukan dengan merancang antena susun (*array*) [5]. Tipikal direktivitas untuk sebuah antena mikrostrip rektangular adalah sekitar 5–6 dB [2]. Dengan demikian direktivitas untuk antena susun linier 8 elemen adalah 9 dB relatif terhadap direktivitas elemen tunggal tersebut yaitu sekitar 14–15 dB. Beberapa penelitian untuk antena susun 8 elemen ini mendapatkan nilai direktivitas 14,96 dB [6] dan 14,9 dB [7], serta direktivitas 15 dB [8].

Selain jumlah elemen, teknik pencatuan yang digunakan juga berpengaruh pada performa *bandwidth* dari suatu antena. Untuk mengetahui hasil realisasi antena dengan teknik pencatuan *coaxial probe* maka pada penelitian ini digunakan teknik pencatuan *coaxial probe* pada antena dengan 8 elemen. Pada teknik pencatuan ini saluran pencatu ditempatkan pada lapisan substrat yang berada di belakang patch antena. Teknik pencatuan *coaxial probe* dapat menghasilkan nilai *bandwidth* yang lebih baik dibandingkan pencatuan lain [9], [10].

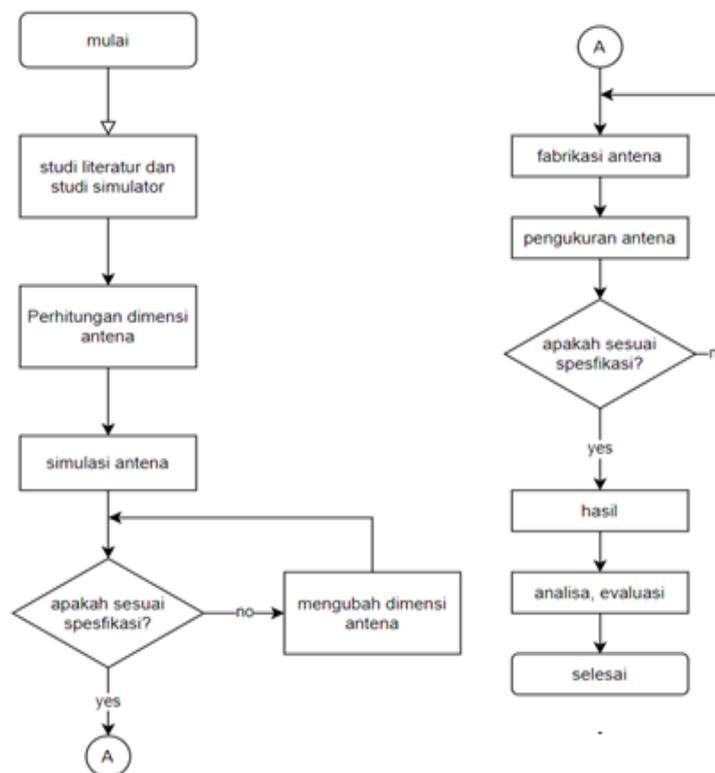
Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka dirancang dan disimulasikan antena 8 elemen yang disusun secara *side-by-side* dengan teknik pencatuan *coaxial probe*. Setelah diperoleh nilai optimasi, antena susun ini direalisasikan. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh direktivitas yang cukup tinggi dan *bandwidth* yang cukup lebar.

II. METODE PENELITIAN

A. Perancangan dan Simulasi Antena Mikrostrip

Proses perancangan antena dilakukan dengan melalui beberapa tahapan. Setelah ditentukan frekuensi kerja antena, substrat, dan jenis pencatuan yang akan digunakan, dilakukan perhitungan dimensi antena. Perhitungan dilakukan untuk dimensi *patch*, dimensi saluran pencatu, dimensi *gorund*, serta dimensi substrat. Frekuensi kerja antena yang diinginkan adalah pada rentang frekuensi 2,400 – 2,4835 GHz, serta digunakan substrat jenis FR-4 yang memiliki ketebalan (*h*) 1,6 mm dan permitivitas relative (ϵ_r) 4,4. Jenis teknik pencatuan yang digunakan adalah *coaxial probe*. Adapun spesifikasi antena mikrostrip *array* ini diberikan pada Tabel 1.

Setelah ditentukan dimensi untuk masing-masing bagian antena, kemudian dilakukan simulasi. perancangan antena ini sendiri dilakukan sebanyak 4 kali untuk tiap jenis pencatuan yang digunakan. Pada setiap perancangan dilakukan iterasi dimensi antena untuk mendapatkan spesifikasi parameter yang diharapkan. Adapun diagram alir perancangan digambarkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir perancangan dan realisasi antena

Tabel 1. Spesifikasi antena mikrostrip array

Parameter	Nilai
Frekuensi (GHz)	2,4 – 2,4835
Bandwidth (MHz)	≥ 100 MHz
Directivity (dB)	≥ 13 dB
Pola radiasi	Unidireksional

Tabel 2. Parameter antena mikrostrip

Parameter	Nilai
Frekuensi kerja (fr)	2,44 GHz
Permittivitas relatif (ϵ_r)	4,4
Tebal substrat	1,6 mm

B. Perhitungan Dimensi Awal Antena

Untuk melakukan perhitungan dimensi antena diperlukan beberapa data, antara lain yaitu frekuensi kerja (f_r), permitivitas relative (ϵ_r), dan tebal substrat (h). Data-data tersebut dipaparkan pada Tabel 2. Perhitungan untuk mendapatkan dimensi antena mikrostrip diuraikan sebagai berikut [2]:

Lebar (W_p) dan panjang (L_p) *patch*

$$W_p = \frac{c}{2f_r \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (1)$$

$$L_p = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_{reff}}} - 2\Delta L \quad (2)$$

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + \frac{12h}{W_p} \right)^{-\frac{1}{2}} \quad (3)$$

$$W_p/h \geq 1 \quad (4)$$

dimana $c = 3 \times 10^8$ m/s adalah kecepatan cahaya di ruang bebas, f_r frekuensi kerja, ΔL merupakan pertambahan panjang elektrik akibat *fringing effect*, dan ϵ_{reff} permitivitas dari substrat, dan h tebal substrat.

Lebar saluran pencatu W_f

$$W_f = \frac{2h}{\pi} \{ B - 1 - \ln(2B - 1) \} + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \quad (5)$$

$$B = \frac{377\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_r}} \quad (6)$$

dimana Z_0 adalah impedansi saluran pencatu elemen antena mikrostrip.

Tabel 3. Dimensi antena hasil perhitungan

Parameter	Nilai (mm)	Keterangan
W_p	34,5	Lebar <i>patch</i>
L_p	27	Panjang <i>patch</i>
W_g	453	Lebar <i>ground plane</i>
L_g	79,1	Panjang <i>ground plane</i>
Wf_{50}	3,4	Lebar <i>feedline</i> 50 Ω
Lf_{50}	13	Panjang <i>feedline</i> 50 Ω
Wf_{100}	1,7	Lebar <i>feedline</i> 100 Ω
Lf_{100}	17,6	Panjang <i>feedline</i> 100 Ω
Wf_{70}	3	Lebar <i>feedline</i> 70 Ω
Lf_{70}	11	Panjang <i>feedline</i> 70 Ω
Y_0	8	Titik catuan
D	24	Jarak antar elemen

Lebar dan panjang dari *ground* dan substrat

$$W_g = 6h + W_p \quad (7)$$

$$L_g = 6h + L_p \quad (8)$$

C. Perancangan Antena Mikrostrip

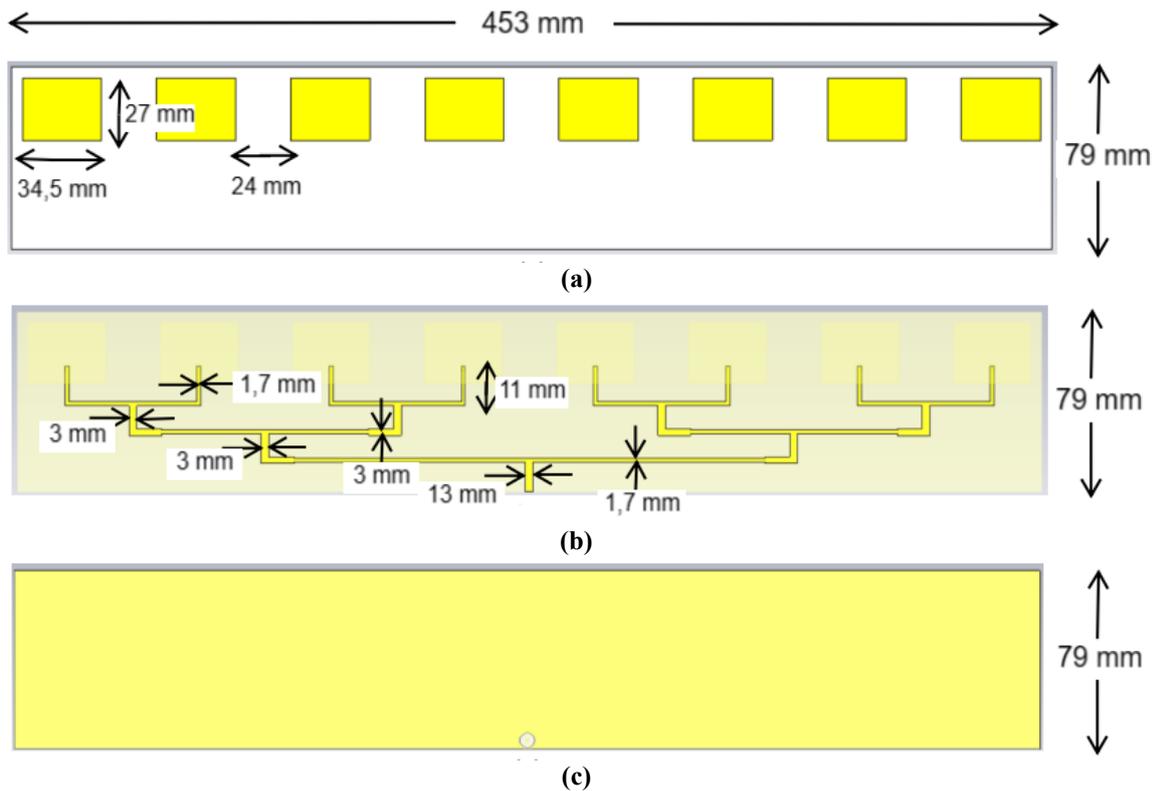
Hasil perhitungan dimensi *patch* satu elemen dan dimensi antena susun ditampilkan pada Tabel 3. Gambar 2 merupakan gambar hasil rancangan antena susun linier delapan elemen untuk pencatuan *coaxial probe*. Jumlah elemen 8 buah ditentukan untuk memperoleh direktivitas 9 dB relatif terhadap direktivitas satu elemen mikrostrip, sehingga diharapkan bisa memperoleh direktivitas total ≥ 13 dB. Kontruksi antena susun ini terdiri dari lapisan elemen terdiri dari 8 *patch*, lapisan substrat di antara lapisan *patch* dan lapisan rangkaian pencatu, dan lapisan *ground plane*.

Rangkaian pencatu memberikan *input* ke delapan elemen *patch* dengan bobot amplitudo dan fasa yang sama sehingga menghasilkan pola radiasi *broadside* unidireksional. Dari perancangan ini diinginkan lebar band (*bandwidth*) lebih besar dari 100 MHz. Secara teori diharapkan direktivitas antena susun ini sebesar sekitar 13 dB.

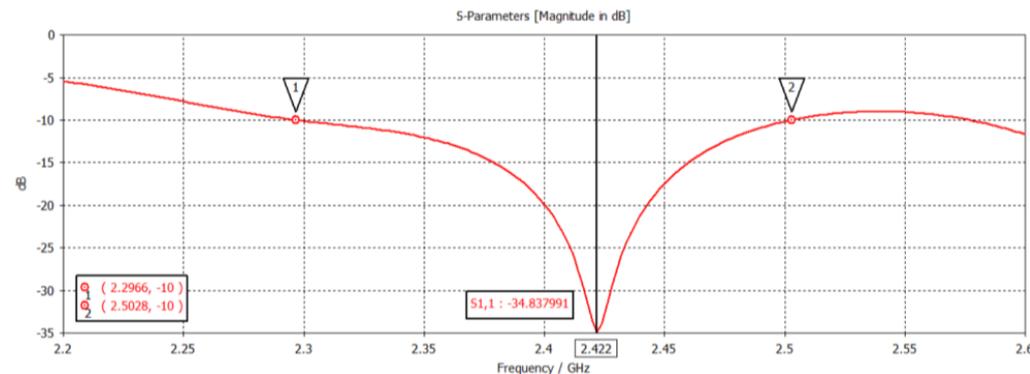
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Simulasi

Simulasi dilakukan sebelum realisasi untuk melihat parameter yang dihasilkan. Parameter dasar yang disimulasikan dalam sebuah antena adalah S-parameter dan pola radiasi. S-parameter mencakup rentang frekuensi dan *bandwidth* antena, sedangkan



Gambar 2. Antena susun 8 elemen *coaxial probe*: (a) susunan *patch*, (b) layer pencatu, (c) *ground plane*



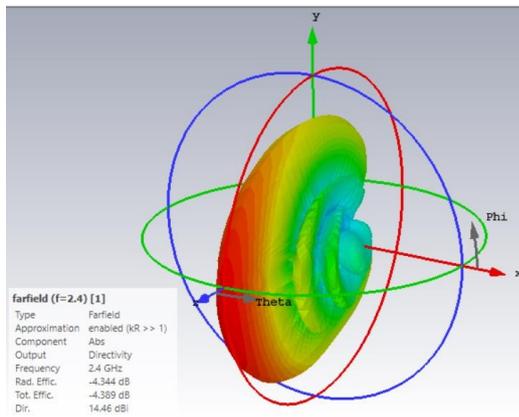
Gambar 3. S-parameter antena 8 elemen *coaxial probe* hasil simulasi

pola radiasi mencakup pula direktivitas. Hasil simulasi S-parameter dan pola radiasi setelah dilakukan proses optimasi masing-masing diperlihatkan pada Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5.

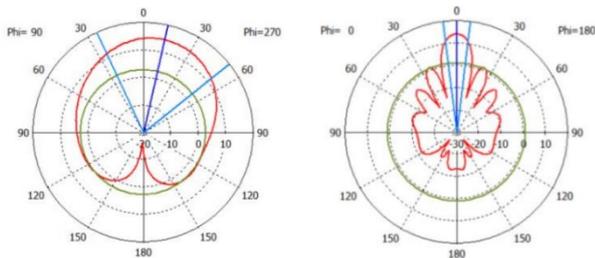
Dari Gambar 3 dapat dilihat antena susun ini memiliki *return loss* lebih besar dari 10 dB pada rentang frekuensi dari 2,2966 – 2,5028 GHz. Kondisi ini sudah mencakup spesifikasi yang diinginkan yaitu pada rentang frekuensi 2,400 – 2,4835 GHz.

Demikian pula berdasarkan hasil simulasi pola radiasi, antena susun linier delapan elemen ini

memperlihatkan bentuk radiasi seperti yang diharapkan berdasarkan teori. Pola radiasi tiga dimensi ini berbentuk pipih (Gambar 4) dengan beamwidth pada bidang magnetik (H-plane) yang sempit, 14° sedangkan beamwidth pada bidang elektrik (E-plane) 76,2° relatif mendekati harga ideal untuk satu elemen (Tabel-4). Bentuk pola radiasi hasil simulasi pada bidang elektrik dan magnetik ini diperlihatkan pada Gambar 5. Dari hasil simulasi ini direktivitas yang diperoleh adalah 14,46 dB.



Gambar 3. Directivity antenna 8 elemen coaxial probe hasil simulasi



(a) E-Plane

(b) H-Plane

Gambar 4. Pola Radiasi antenna 8 elemen coaxial probe hasil simulasi

Tabel 4. Parameter antenna 8 elemen coaxial probe hasil simulasi

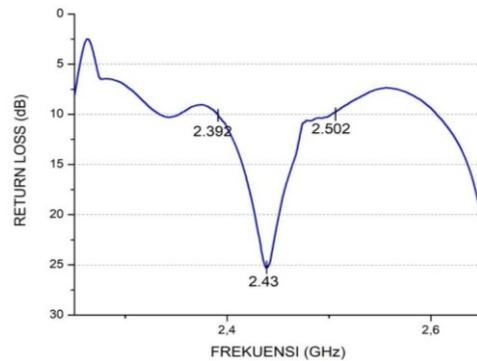
Parameter	8 elemen
Rentang frekuensi (GHz)	2,296-2,50
Bandwidth (MHz)	206,2
Directivity (dB)	14,46
HPBW E-Plane (deg.)	76,2
HPBW H-Plane (deg.)	14

B. Realisasi dan Pengujian

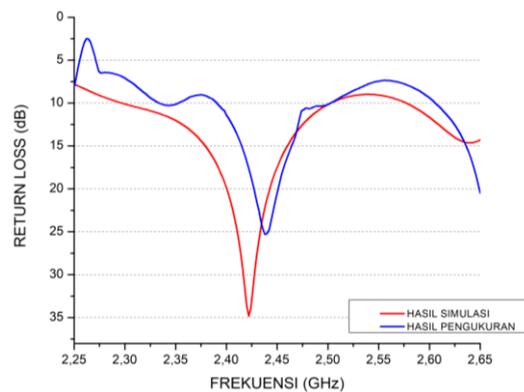
Setelah memperoleh data parameter antenna elemen berdasarkan perhitungan dan simulasi, kemudian dilakukan pencetakan dan pabrikan antenna dan selanjutnya dilakukan pengukuran untuk mengetahui parameter-parameter yaitu rentang frekuensi kerja, bandwidth, pola radiasi, dan HPBW. Hasil realisasi antenna terpadat pada Gambar 6 untuk pencatutan coaxial probe. Gambar 7 menunjukkan S-parameter hasil pengukuran antenna dengan coaxial probe. Band frekuensi antenna coaxial probe diperoleh 2,392 – 2,502 GHz dengan bandwidth 110 MHz.



Gambar 6. Antena mikrostrip 8 elemen coaxial probe tampak depan dan belakang



Gambar 7. S-parameter hasil pengukuran

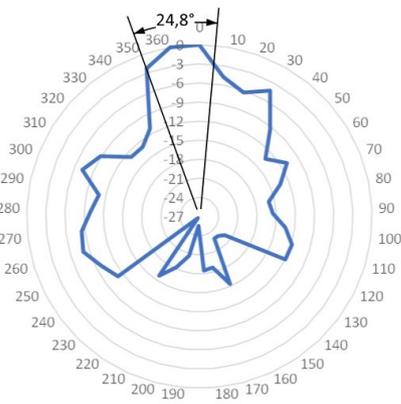


Gambar 8. Perbandingan S-parameter coaxial probe hasil simulasi dan pengukuran

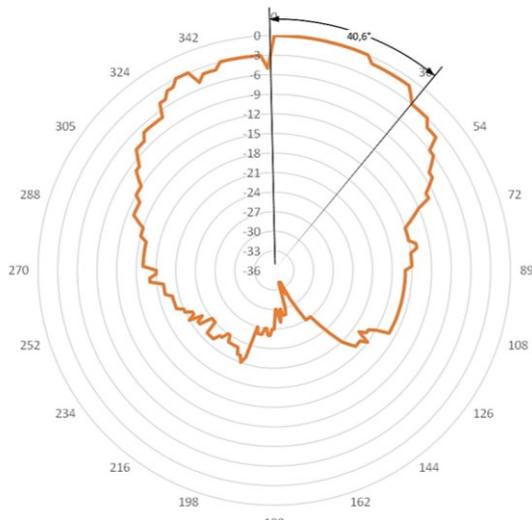
Berdasarkan hasil pengukuran ini, antenna yang dibuat sudah memenuhi spesifikasi bandwidth yang telah ditentukan yaitu lebih besar dari 100 MHz dan mencakup rentang frekuensi kerja antara 2400 – 2486 MHz untuk sistem WLAN. Gambar-8 memperlihatkan perbandingan S-parameter antenna susun 8 elemen linier hasil simulasi dan pengukuran.

Pola radiasi pada bidang magnetik (Hplane) dan pada bidang elektrik (E-plane) hasil pengukuran masing-masing diperlihatkan Gambar 9 dan Gambar 10.

Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh harga HPBW pada bidang-H dan HPBW pada bidang-E masing-masing adalah 24,8° dan 80,12°. Dalam hal ini HPBW pada bidang-H berharga rendah, sedangkan HPBW pada bidang-E relatif mendekati



Gambar 9. Pola radiasi H-plane antena 8 elemen coaxial probe hasil pengukuran



Gambar 10. Pola radiasi E-plane antena 8 elemen coaxial probe hasil pengukuran

harga teori. Besarnya direktivitas hasil pengukuran adalah 16,12 dB. Harga ini lebih besar dari spesifikasi yang ditetapkan yaitu lebih besar dari 13 dB. Parameter-parameter hasil pengukuran diberikan pada Tabel 5.

Perbandingan antara pola radiasi pada bidang-H dan pola radiasi pada bidang-E hasil simulasi dan hasil pengukuran diperlihatkan pada Gambar 5(a), Gambar 5(b), Gambar 8, dan Gambar 9. Pola radiasi bidang-H hasil simulasi pada Gambar 5(a) relatif mirip dengan hasil pengukuran pada Gambar 8. Demikian pula pola radiasi bidang-E hasil simulasi pada Gambar 5(b) relatif mirip dengan hasil pengukuran pada Gambar 9.

IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini dilakukan perancangan dan simulasi antena susun linier side-by-side 8 elemen dengan pencatutan coaxial probe. Hasil simulasi dan

Tabel 5. Parameter antena hasil pengukuran

Parameter	Coaxial probe
Band frekuensi (GHz)	2,392 – 2,502
Bandwidth (MHz)	110
Directivity (dB)	16,12
HPBW E-Plane (deg.)	80,12
HPBW H-Plane (deg.)	24,8

hasil pengukuran S-parameter dan pola radiasi, beamwidth pada bidang-H dan bidang-E serta direktivitas memperlihatkan besaran yang sesuai dengan teori dan spesifikasi yang ditetapkan. Hasil simulasi dan pengukuran untuk S-parameter menghasilkan rentang frekuensi dan bandwidth yang mencakup sistem WLAN yaitu 2,4 – 2,486 GHz. Hasil simulasi dan pengukuran pola radiasi menunjukkan bentuk pola radiasi unidireksional dengan beamwidth pada bidang-H yang sempit dan bidang-E yang relatif tetap sesuai dengan teori. Demikian pula hasil simulasi dan pengukuran memperoleh harga yang lebih besar dari direktivitas berdasarkan perhitungan teori. Dengan demikian penelitian rancang bangun antena susun linier ini telah berhasil dilaksanakan.

Untuk penelitian selanjutnya akan dilakukan rancang bangun antena susun kolinier dengan jumlah elemen yang sama untuk melihat dan membandingkannya dengan parameter pada penelitian yang telah berhasil diselesaikan khususnya pada pola radiasi pada bidang-E dan bidang-H.

REFERENSI

- [1] <https://www.internetworldstats.com/stats3.htm>
- [2] C. A. Balanis, *Antenna Theory Analysis and Design*, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2005.
- [3] I. U. V. S. Simanjuntak, and A. I. Rosadi. "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Rectangular Patch Dual Array Pada Frekuensi 2, 4 Ghz." *Jurnal TEKNOKRIS* Vol.24, No.1 .2021.
- [4] R. Rufaidah, A.A. Pramudita, and R. Anwar. Perancangan Antena Mikrostrip Array Pada Frekuensi X-band Untuk Aplikasi Radar Cuaca. *eProceedings of Engineering*, 7(2). 2020.
- [5] S. Alam, I.Sujarti, L.Sari and J. Tanuwijaya. Antena Mikrostrip Array 8x2 Elemen untuk Aplikasi Radio Gelombang Mikro. *ELKOMIKA: Jurnal Teknik Energi Elektrik, Teknik Telekomunikasi, & Teknik Elektronika*, Vol.9, No.2, p.293.2021.
- [6] K. V. Kishore, V. Kumar and P. Srinivasulu, "Design of 0.7λ Spacing 8-Element Microstrip Patch Antenna Linear Array for 0.43 GHz Wind Profiling Radar," *2nd International Conference on Emerging Technology Trends in Electronics, Communication and Networking*, 2014.
- [7] S. Aksimsek, "Development of a Millimeter Wave

- Eight-Element Phased Array Antenna for 5G Mobile Communications," *European Journal of Science*, Issue 29, pp. 323-326, December 2021.
- [8] H. Madiawati and A. B. Simanjuntak, "Antena Mikrostrip Rektangular Array 4x2 Elemen dengan Metode Inset Feed pada Frekuensi 3.5 GHz untuk Aplikasi 5G," *Jurnal Teknologi Rekayasa*, Vol.6, No.2, Desember 2021, Hal. 175-182.
- [9] S. D. Hossain, Rita, S. M. Adam, K. M. Abdus
- [10] L. Lawrance and M. Kanagasabai, "Bandwidth Enhanced Grid Array Antenna for UWB Automotive Radar Sensors," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, September 2015.
- Sobanan, R. Malik, and F. Hossain, "Design of a wide bandwidth and high efficiency circularly polarized microstrip patch antenna using coaxial feeding technique," *Microwave and Optical Technonogy Letters*, August 2019.

