

Miniaturisasi antena mikrostrip *array* 4×1 elemen menggunakan teknik *peripheral slits*

Tiara Kartika Putri¹, Syah Alam^{2*}, Indra Surjati³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Universitas Trisakti

Jl. Kyai Tapa No. 1, Jakarta Barat, DKI Jakarta, Indonesia

¹tiarakartika14@gmail.com, ^{2*}syah.alam@trisakti.ac.id, ³indra@trisakti.ac.id

ABSTRAK

Sistem komunikasi WiFi telah banyak digunakan dalam kebutuhan sehari-hari antara lain untuk keperluan koneksi dan jaringan internet. Dalam penelitian ini, dilakukan miniaturisasi dari antena mikrostrip *array* linier 4×1 elemen yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz. Pereduksian antena dilakukan dengan metode simulasi dengan penambahan *peripheral slits*. Efek dari penambahan *slit* pada *patch* antena dapat menggeser frekuensi kerja antena menjadi lebih besar sehingga untuk mengembalikan antena pada frekuensi kerjanya dilakukan miniaturisasi dimensi *patch* antena. Dari hasil simulasi dan optimasi, didapatkan hasil desain yang paling optimal adalah antena mikrostrip *patch array* 4×1 dengan 16 *slit*. Penambahan jumlah *slit* menunjukkan dimensi antena berhasil direduksi sebesar 20,45% dengan ukuran *patch* 28 mm x 20 mm. Nilai koefisien refleksi yang didapatkan sebesar -16,31 dB, *gain* sebesar 6,43 dB, dan VSWR 1,36 pada frekuensi kerja 2,4 GHz. Penelitian ini bermanfaat sebagai usulan disain antena penerima untuk sistem komunikasi WiFi.

Kata kunci: antena, mikrostrip, *array*, *peripheral slits*, miniaturisasi

ABSTRACT

WiFi communication system has been widely used in daily needs, among others, for connection and internet network purposes. In this research, the miniaturization of a 4×1 element linear microstrip array antenna is carried out which operates at a frequency of 2.4 GHz. Antenna reduction is done by simulation method with the addition of peripheral slits. The effect of adding slits to the patch antenna can shift the working frequency of the antenna to be larger so that to return the antenna to its working frequency, the dimensions of the patch antenna are miniaturized. From the simulation and optimization results, the most optimal design result is a 4×1 microstrip patch array antenna with 16 slits. The addition of the number of slits shows that the antenna dimensions have been successfully reduced by 20.45% with a patch size of 28 mm x 20 mm. The reflection coefficient value obtained is -16.31 dB, gain is 6.43 dB, and VSWR is 1.36 at a working frequency of 2.4 GHz. This research is useful as a design proposal for a receiving antenna for a WiFi communication system.

Keywords: antenna, microstrip, array, peripheral slits, miniaturization

1. PENDAHULUAN

Antena mikrostrip merupakan antena yang dapat dipakai dengan bantuan teknologi WiFi. Antena mikrostrip adalah antena yang memiliki keunggulan berdimensi kecil dan ringan, sehingga penggunaannya sangat fleksible dan *space saving* sehingga tidak mengganggu estetika. Selain digunakan pada teknologi WiFi, frekuensi 2,4 GHz juga digunakan pada teknologi *infrared*, *bluetooth*, *radio frequency identification tags* (RFID), Zigbee, WiFi, WiMAX, dan lain sebagainya. Namun, *bandwidth* yang dihasilkan dari antena mikrostrip sempit serta memiliki *gain* yang rendah [1], [2]. Antena mikrostrip dapat memiliki beragam macam bentuk dan dimensi meskipun berada pada frekuensi kerja yang sama [3]-[5]. Antena mikrostrip telah banyak diteliti dan dikembangkan untuk berbagai macam keperluan sistem komunikasi [6]-[8]. Salah satu teknik optimasi yang digunakan adalah teknik *peripheral slits* [9]. Pada dasarnya teknik *peripheral slits* adalah teknik penambahan sepasang celah (*slit*) dengan lebar 1 mm pada *patch* antena dengan tujuan menggeser frekuensi kerja menjadi lebih tinggi dari frekuensi kerja sebenarnya, kemudian untuk mengembalikan frekuensi kerjanya maka dilakukan pereduksian dimensi *patch* antena sehingga didapatkan hasil dimensi antena yang lebih kecil dan tetap bekerja pada frekuensi kerja yang semula [10]. Penggunaan metode

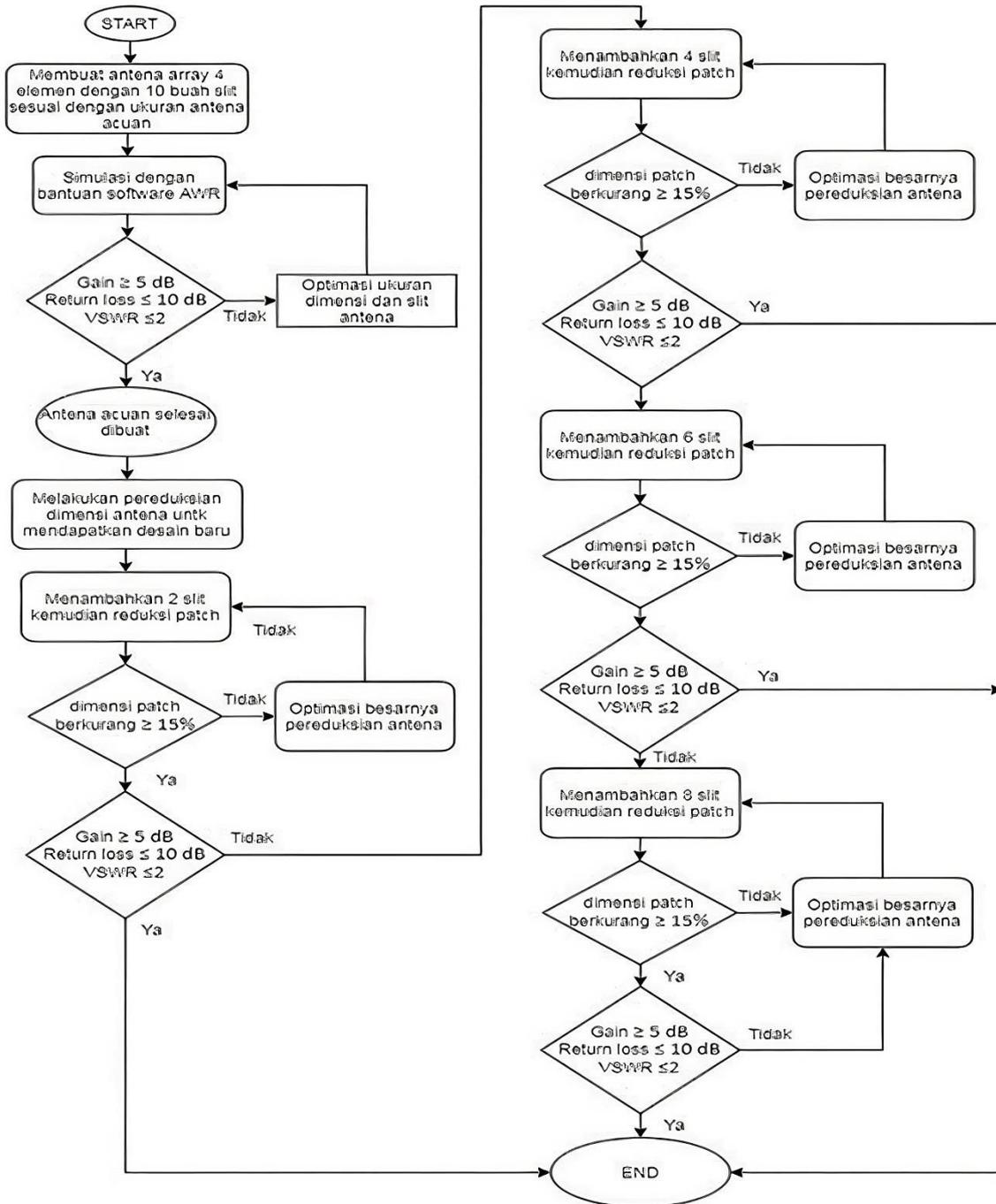
peripheral slits pada penelitian yang diusulkan oleh [11] dapat mereduksi dimensi antena *array* 4×1 elemen sebesar 17% (241 x 80 x 1,6) mm dibandingkan dengan tanpa menggunakan *peripheral slits* pada frekuensi kerja 2448 MHz dengan koefisien refleksi -16,88 dB, VSWR 1,3, *gain* 6,2 dB, dan *bandwidth* sebesar 150 MHz (2574 MHz – 2424 MHz). Pada penelitian [12] menghasilkan sebuah antena mikrostrip *single patch* yang memiliki dimensi *enclosure* 41 x 41 mm dan dimensi *patch* 31 x 28 mm, dimensi tereduksi 30%, nilai VSWR 1,01, nilai *gain* 5,53 dB, dan nilai koefisien refleksi sebesar -43,85 dB. Selanjutnya, pada penelitian [13] dimensi antena mikrostrip *single patch* dapat direduksi 62,68% dengan ukuran *enclosure* sebesar 120 x 90 mm dan ukuran *patch* sebesar 81 x 75 mm, nilai koefisien refleksi -18,56 dB, dan VSWR 1,27.

Dari beberapa penelitian sebelumnya dapat disimpulkan untuk mereduksi dimensi antena dapat dilakukan dengan *peripheral slits* sehingga menghasilkan dimensi yang kompak serta dapat diterapkan pada semua perangkat telekomunikasi yang berukuran kecil. Penelitian ini mengusulkan pengembangan antena mikrostrip tersusun *array* 4×1 elemen yang bekerja pada frekuensi 2,4 GHz dan dioptimasi menggunakan 16 *slit* untuk mereduksi dimensi agar desain antena menjadi lebih kompak dan fleksibel untuk digunakan pada perangkat telekomunikasi seperti modem dan *access point*.

2. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian terbagi menjadi dua tahap. Tahap pertama dimulai dengan menentukan frekuensi kerja antena. Setelah frekuensi kerja ditentukan sebesar 2,4 GHz, kemudian menentukan dimensi antena serta dimensi saluran pencatu. Setelah itu antena yang dirancang diberi tambahan 10 buah *slits* serta dibuat menjadi antena *array* 4×1 sesuai dengan antena acuan [11]. Antena yang telah dirancang kemudian disimulasikan menggunakan perangkat lunak dan dilihat apakah parameter VSWR dan koefisien refleksinya sudah sesuai atau belum. Apabila belum maka panjang dan lebar *slits* disesuaikan sehingga mendapat hasil yang diinginkan. Diagram alir perancangan antena yang dilakukan ditunjukkan pada Gambar 1.

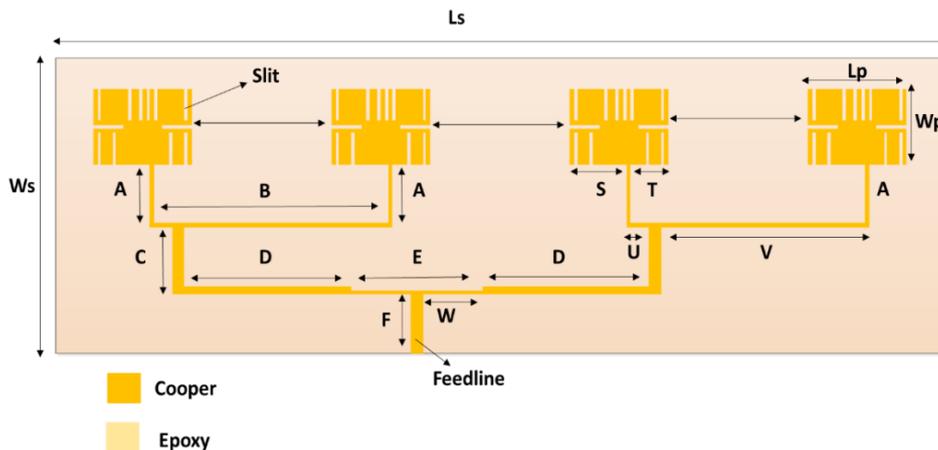
Tahap kedua dimulai dengan perancangan antena desain baru menambahkan *slits* secara bertahap di masing-masing *patch*. Setelah itu disimulasikan pada perangkat lunak, apabila belum berhasil mereduksi antena sebesar 15% maka panjang dan lebar *slits* harus disesuaikan. Apabila telah sesuai maka perlu diperhatikan nilai-nilai parameter seperti VSWR dan koefisien refleksi agar sesuai dengan target. Apabila belum sesuai maka dilakukan modifikasi desain acuannya menjadi desain baru hingga mendapatkan antena dengan nilai parameter yang baik. Antena yang diusulkan disimulasikan dengan menggunakan *software* AWR Microwave Office 2009 dan jenis-jenis substrat FR-4 Epoxy dengan konstanta dielektrik 4,3, ketebalan 1,6 mm, dan rugi-rugi dielektrik 0,0265. Hasil simulasi yang didapatkan selanjutnya dianalisa kesesuaiannya dengan target yang ditetapkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir perancangan antenna

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses perancangan dilakukan menggunakan perangkat lunak AWR Microwave Office 2009 untuk mengamati parameter koefisien refleksi, VSWR, gain, dan bandwidth dari antenna yang diusulkan. Desain antenna yang dirancang ditunjukkan pada Gambar 2, sedangkan dimensi keseluruhan ditunjukkan pada Tabel 1.

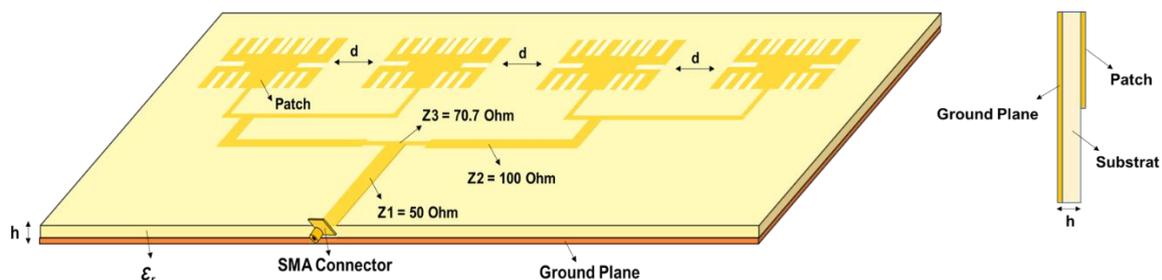


Gambar 2. Desain antena mikrostrip *array* 4×1 elemen dengan 16 *slit*

Tabel 1. Dimensi antena

Parameter	Dimensi (mm)
Ws	80
Ls	241
Wp	22
Lp	32
A	15
B	64
C	15
D	47
E	35
F	15
S	18
T	13
U	6
V	55
W	47

Antena yang diusulkan terdiri dari empat buah *patch* yang berfungsi sebagai elemen untuk meradiasikan gelombang elektromagnet yang saling terhubung dengan saluran mikrostrip dengan impedansi 100 Ohm, 70,7 Ohm, dan 50 Ohm. Penggunaan saluran mikrostrip berguna untuk menyesuaikan impedansi antara antena dan saluran transmisi. Selanjutnya antena terhubung dengan konektor RP-SMA jenis *female* yang memiliki impedansi 50 Ohm. Antena berada pada bagian atas substrat, sedangkan pada bagian bawahnya terdapat *ground plane* yang berfungsi sebagai *reflector* untuk mentapis sinyal-sinyal yang tidak dibutuhkan. Pada bagian *patch* antena mikrostrip ditambahkan 16 buah *slit* dengan panjang *slit* (L_{slit}) 8 mm dan lebar *slit* (W_{slit}) 8 mm. Tujuan penambahan *slit* adalah untuk mengontrol frekuensi resonansi dan juga mereduksi dimensi dari antena. Struktur dari antena mikrostrip 4×1 elemen dengan 16 buah *slit* ditunjukkan pada Gambar 3.

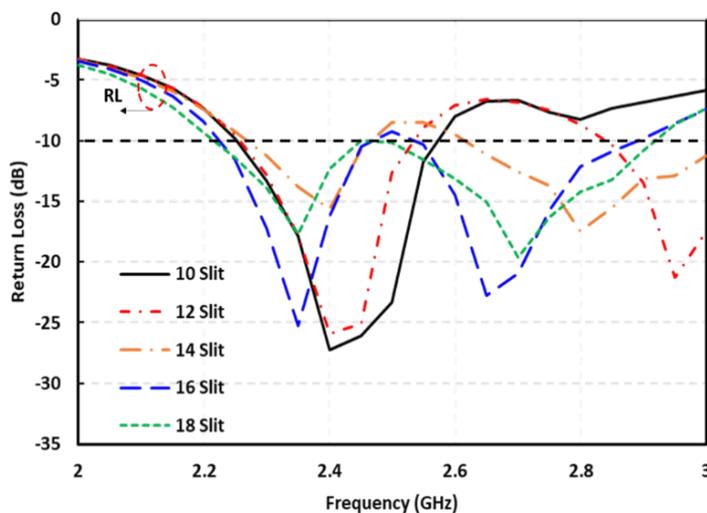


Gambar 3. Struktur antena mikrostrip *array* 4×1 elemen dengan 16 *slit*

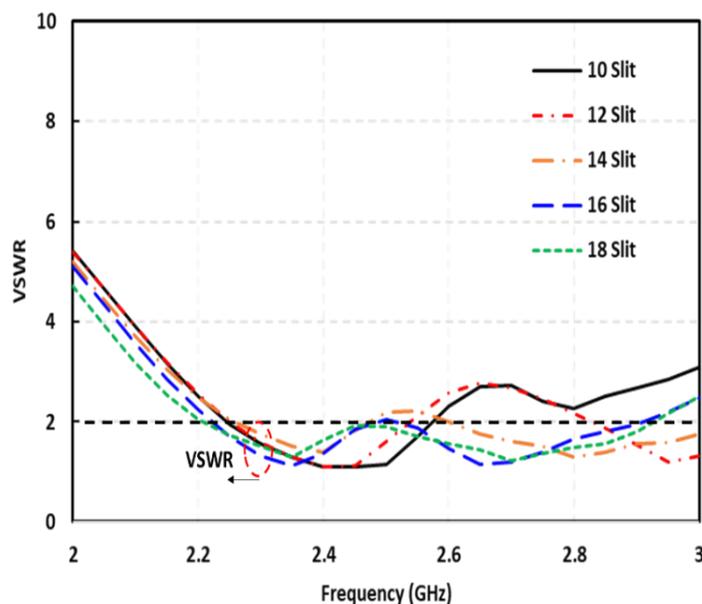
Untuk mendapatkan frekuensi resonansi yang ditargetkan dan menghasilkan *gain* yang optimal maka dilakukan proses iterasi dengan mengatur jumlah *slit* yang ditempatkan pada bagian *patch* antena. Efek dari penambahan jumlah *slit* akan menyebabkan perubahan frekuensi resonansi dan juga *gain* dari antena. Hal ini terjadi karena adanya perubahan nilai arus yang mengalir pada *patch* antena sehingga menghasilkan frekuensi resonansi yang baru untuk itu perlu dilakukan pengamatan dengan melakukan simulasi parameter koefisien refleksi, VSWR, dan *gain* dari antena yang diusulkan. Proses iterasi jumlah *slit* dari antena mikrostrip *array* 4×1 elemen ditunjukkan pada Tabel 2. Hasil simulasi koefisien refleksi dan VSWR dari proses iterasi penambahan jumlah *slit* ditunjukkan pada Gambar 4 dan Gambar 5.

Tabel 2. Iterasi jumlah *slit*

Iterasi	Jumlah <i>slit</i>
1	12
2	14
3	16
4	18

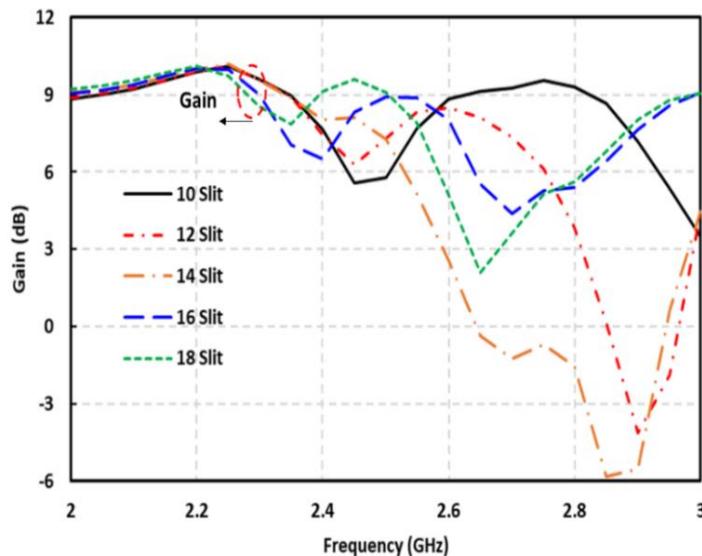


Gambar 4. Simulasi koefisien refleksi dari proses iterasi jumlah *slit*



Gambar 5. Simulasi VSWR dari proses iterasi jumlah *slit*

Gambar 4 menunjukkan bahwa penambahan jumlah *slit* berpengaruh terhadap frekuensi dan *bandwidth* dari antena yang diusulkan. Pada saat kondisi 10 *slit* yang merupakan antena referensi penelitian sebelumnya [11], antena hanya beresonansi pada satu frekuensi dengan *bandwidth* yang sempit sedangkan pada saat penambahan 12 *slit*, 14 *slit*, 16 *slit*, dan 18 *slit* antena bekerja pada lebih dari satu frekuensi kerja. Selain itu, *bandwidth* yang dihasilkan dari iterasi ke-3 dan ke-4 menghasilkan *bandwidth* yang lebar dengan karakteristik frekuensi *hybrid* atau dengan kata lain antena bekerja pada dua rentang frekuensi kerja (*band*). Batasan nilai koefisien refleksi yang diizinkan adalah -10 dB, sedangkan untuk $VSWR \leq 2$. Gambar 5 menunjukkan bahwa *bandwidth* impedansi terlebar didapatkan pada saat iterasi ke-3 dan ke-4 dengan jumlah 16 *slit* dan 18 *slit*. Hasil simulasi *gain* dari proses iterasi jumlah *slit* ditunjukkan pada Gambar 6.



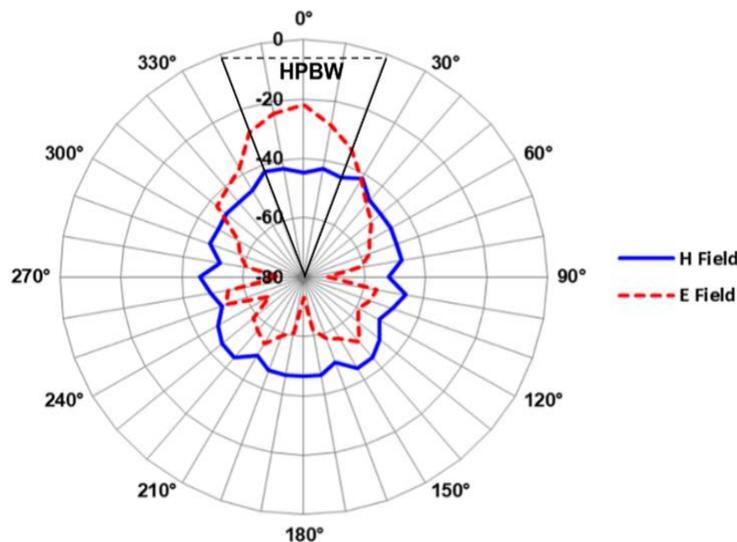
Gambar 6. Simulasi *gain* dari proses iterasi jumlah *slit*

Gambar 6 menunjukkan bahwa *gain* maksimal pada frekuensi resonansi 2,4 GHz didapatkan pada saat iterasi ke-4 dengan 18 *slit* dengan *gain* 9 dB, sedangkan pada iterasi ke-3 *gain* yang dihasilkan adalah 6,8 dB. Keseluruhan hasil simulasi dari proses iterasi antena array 4×1 elemen ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil simulasi iterasi jumlah *slit*

Iterasi	Jumlah <i>slit</i>	Parameter		
		<i>Bandwidth</i>	<i>Gain</i>	Reduksi dimensi
1	12	420 MHz	6,5 dB	22,82%
2	14	370 MHz	8,1 dB	14,77%
3	16	700 MHz	6,2 dB	24,43%
4	18	720 MHz	9 dB	9,09%

Tabel 3 menunjukkan bahwa *bandwidth* dan *gain* yang optimal didapatkan pada iterasi ke-4 dengan jumlah *slit* 18 sedangkan untuk reduksi dimensi terbesar didapatkan pada iterasi ke-3 dengan persentase reduksi dimensi sampai dengan 24,43 %. Reduksi dimensi yang signifikan menyebabkan terjadinya penurunan nilai *gain*, sedangkan *bandwidth* yang dihasilkan menjadi lebar. Nilai reduksi tersebut sudah memenuhi target dari penelitian yang diusulkan. Selanjutnya, dilakukan simulasi pola radiasi dengan *half power beamwidth* (HPBW) dari antena yang diusulkan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Pola radiasi dari antenna *array* 4×1 dengan 16 slit

Gambar 7 menunjukkan bahwa antenna yang diusulkan menghasilkan pola radiasi *directional* dengan sudut berkas pancar yang sempit. Hal ini disebabkan oleh penggunaan teknik *array* yang menghasilkan antenna dengan *gain* yang lebih tinggi dibandingkan dengan antenna elemen tunggal sehingga keterarahannya menjadi lebih baik. Selanjutnya dilakukan perbandingan hasil reduksi dimensi dari antenna yang dijadikan referensi dalam penelitian ini. Perbandingan dari kedua model antenna yang diusulkan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Iterasi jumlah slit

Penelitian	Persentase reduksi	Bandwidth
[11]	17,85 %	150 MHz
Makalah ini	24,43 %	700 MHz

Tabel 4 menunjukkan bahwa penelitian yang diusulkan telah menghasilkan reduksi dimensi yang lebih baik dibandingkan dengan penelitian sebelumnya.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini telah memaparkan dan mendeskripsikan miniaturisasi antenna mikrostrip *array* 4×1 elemen dengan menambahkan *slit*. Penambahan *slit* bertujuan untuk mengontrol frekuensi resonansi dari antenna yang diusulkan. Berdasarkan hasil simulasi dan pengamatan didapatkan nilai reduksi maksimal 24,43 % dengan penambahan 16 buah *slit*. Antenna yang dirancang memiliki *bandwidth* 700 MHz (2,2 – 2,9 GHz) dengan *gain* 6,2 dB pada frekuensi resonansi 2,4 GHz. Selanjutnya, pola radiasi dari antenna yang diusulkan adalah *directional* dengan sudut berkas pancaran yang sempit. Penelitian ini dapat direkomendasikan menjadi salah satu kandidat desain antenna penerima pada sistem komunikasi WiFi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jurusan Teknik Elektro Universitas Trisakti yang telah mendukung dan membiayai kegiatan penelitian ini melalui skema pembiayaan hibah internal.

REFERENSI

- [1] M. Alaydrus, "Riset Antena–State of the Art," *InComTech.*, vol. 6, no. 1, pp.1-22, 2015.
- [2] M. Abdullah, Y. L. Ban, K. Kang, M. Y. Li, and M. Amin, "Compact four-port MIMO antenna system at 3.5 GHz," in *2017 IEEE 2nd Advanced Information Technology, Electronic and Automation Control Conference (IAEAC)*, China, 2017, pp. 656-660.
- [3] A. Pandey, "Practical Microstrip and Printed Antenna Design," *Artech House*, England, 2019.

-
- [4] Q. Chen, H. Zhang, Y. J. Shao, and T. Zhong, "Bandwidth and Gain Improvement of an L-Shaped Slot Antenna With Metamaterial Loading," *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 17, no. 8, pp. 1441-1415, 2018.
- [5] A. B. Santiko, K. Paramayudha, Y. Wahyu, and H. Wijanto, "Design and realization multi layer parasitic for gain enhancement of microstrip patch antenna," in *International Seminar on Intelligent Technology and Its Applications (ISITIA)*, Bali, 2016.
- [6] I. M. Rafiqul, S. Rafiq, M. S. Yasmin, and M. H. Habaebi, "A 2X2 MIMO Patch Antenna for Multi-Band Applications," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Informatics (IJEI)*, vol. 5, no. 4, pp. 383-389, 2017.
- [7] X. Zhao, Y. Huang, J. Li, Q. Zhang, and G. Wen, "Wideband high gain circularly polarized UHF RFID reader microstrip antenna and array," *AEU - International Journal of Electronics and Communications*, vol. 77, pp. 76-81, 2017.
- [8] S. Gotra, Z. Hashim, S. Pani, M. R. Tripathy, and A. Banwari, "C-band microstrip patch linear array antenna for microwave radio relay," *CSI Transactions on ICT*, vol. 4, no. 2, pp. 151-156, 2016.
- [9] S. M. Haque and K. M. Parvez, "Slot antenna miniaturization using slit, strip, and loop loading techniques," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 6, no. 5, pp. 2215-2221, 2017.
- [10] S. Alam, L. Sari, I. Surjati, and N. Onasie, "Miniaturisasi Antena Mikrostrip Pencatu Ganda Menggunakan Metode Peripheral Slit," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 17, no. 1, pp. 15-19, 2021.
- [11] S. Alam, I. G. N. Y. Wibisana, and I. Surjati, "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Peripheral Slits Linear Array Untuk Aplikasi Wi-Fi," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 13, no. 1, pp. pp 18-26, 2017.
- [12] R. B. Putra, S. Alam, and I. Surjati, "Perancangan Antena Mikrostrip Segiempat Peripheral Slit untuk Aplikasi 2,4Ghz dengan Metode Pencatuan Proximity Coupled," *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, vol. 7, no. 1, pp. 38-44, 2018.
- [13] S. Alam, "PERANCANGAN ANTENA MIKROSTRIP DENGAN PERIPHERAL SLITS UNTUK APLIKASI TV DIGITAL," *Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer*, vol. 5, no. 1, pp. 1-12, 2016.