

ANALISIS PERFORMA METODE SLOT DAN PERIPHERAL SLITS PADA ANTENA MIKROSTRIP PATCH SEGIEMPAT

1st Yusuf Eka Saputra
Teknik Telekomunikasi
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
yusufekasaputra@student.
telkomuniversity.ac.id

2nd Levy Olivia Nur
Teknik Telekomunikasi
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
levyolivia@telkomuniversity.ac.id

3rd Harfan Hian Ryanu
Teknik Telekomunikasi
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
harfanhr@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Perkembangan zaman saat ini, membuat manusia memerlukan teknologi komunikasi untuk saling bertukar informasi. Sistem komunikasi sering menggunakan sebuah teknologi telekomunikasi yang di gunakan sebagai alat pemancar dan penerima sebuah sinyal yaitu antenna. Antena mikrostrip merupakan salah satu jenis antenna yang banyak dikembangkan saat ini karena memiliki banyak keunggulan, seperti ukuran yang kecil, bobot yang ringan, biaya produksi yang rendah, dan fabrikasi yang mudah. Kebutuhan akan antenna dengan performa yang semakin bagus menjadi sebuah tantangan dalam perkembangan teknologi komunikasi nirkabel. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan performa antenna mikrostrip dari penerapan antara metode slot dan peripheral slits dengan ukuran dimensi dan spesifikasi antenna yang sama pada frekuensi 5 GHz. Hasil simulasi dan pengukuran yang telah dilakukan menunjukkan bahwa metode peripheral slits dapat memberikan peningkatan performa yang lebih bagus dibandingkan metode slot. Antena mikrostrip dengan metode peripheral slits mendapatkan nilai return loss, VSWR, dan gain yang lebih bagus. Sedangkan untuk metode slot memberikan peningkatan performa pada sisi bandwidth antenna yang semakin besar yaitu 185 MHz.

Kata kunci : Antena Mikrostrip, Slot, Peripheral Slits.

I. PENDAHULUAN

Di era perkembangan telekomunikasi saat ini, manusia memerlukan teknologi komunikasi untuk saling bertukar informasi dimana saja, kapan saja, secara cepat dan mudah dengan semua orang. Sistem komunikasi nirkabel (wireless) menjadi salah satu sistem komunikasi secara global tanpa menggunakan kabel. Sistem komunikasi ini menggunakan sebuah teknologi telekomunikasi yang digunakan sebagai alat pemancar (transmitter) dan penerima (receiver) sebuah sinyal yaitu antenna.

Antena adalah perangkat yang berfungsi untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik. Antena mikrostrip merupakan salah satu jenis antenna yang banyak dikembangkan saat ini. Antena mikrostrip memiliki banyak keunggulan, seperti ukuran yang kecil, bobot yang ringan, biaya produksi yang rendah, dan fabrikasi yang mudah [1].

Kebutuhan akan antenna dengan performa yang semakin bagus menjadi sebuah tantangan dalam perkembangan teknologi komunikasi nirkabel. Untuk meningkatkan performa antenna dapat dengan berbagai teknik seperti mensubstitusi, memotong, melubangi, menambahkan, dan memvariasi bentuk pada elemen antenna. Teknik membuat celah dengan cara memotong atau melubangi pada elemen antenna merupakan teknik yang digunakan pada metode *slot* dan *slit*, namun letak penerapan teknik tersebut pada metode slot dan slit berbeda. Letak celah pada metode slot berada di tengah elemen, sedangkan metode slit berada di pinggir atau di tepi elemen antenna [2].

Pada penelitian sebelumnya [3] terkait metode *peripheral slits* pada antenna mikrostrip segiempat dengan frekuensi kerja 3.5 GHz menghasilkan *gain* 3,8253 dB, VSWR pada 1,0581, *return loss* pada 30,9879 dB. Penambahan *peripheral slits* pada penelitian tersebut dapat meningkatkan nilai VSWR sebesar 50% dan *return loss* sebesar 70% dari hasil performa antenna mikrostrip tanpa penambahan *peripheral slits*. Sedangkan pada penelitian [4] terkait penerapan metode *slot* pada antenna mikrostrip *rectangular* dengan frekuensi 2.4 GHz dan 5.68 GHz, antenna bekerja pada frekuensi 2.44 Ghz menghasilkan VSWR 1.330, *gain* 3.351 dB, dan *bandwidth* 36 MHz, sedangkan untuk frekuensi 5.68 GHz dihasilkan VSWR 1.115, *gain* 4.101 dB, dan *bandwidth* 213 MHz.

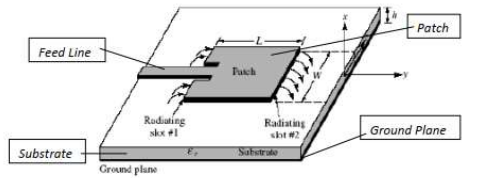
Pada penelitian ini, dilakukan analisis perbandingan performa antenna mikrostrip dari penerapan antara metode *slot* dan *peripheral slits* dengan ukuran dimensi dan spesifikasi antenna yang sama. Penggunaan frekuensi 5 GHz dipilih karena memiliki beberapa keunggulan, antara lain *bandwidth* yang luas, daya pancar yang tinggi, dan kecepatan transmisi data yang lebih tinggi, serta potensi untuk digunakan pada berbagai aplikasi, seperti komunikasi seluler, *wi-fi*, dan *bluetooth*.

II. KAJIAN TEORI

A. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip atau yang di kenal sebagai antenna *patch* merupakan suatu jenis antenna dengan

bentuk tipis yang terbuat dari PCB dan terdiri atas beberapa struktur lapisan dengan fungsi yang berbeda-beda. Antena mikrostrip juga merupakan salah satu antena yang mudah dikembangkan dan memiliki kemampuan bekerja pada frekuensi yang tinggi. Antena mikrostrip memiliki kelebihan, seperti ukuran yang kecil dan ringan, mudah dalam konfigurasinya, biaya fabrikasi yang murah, dan dapat digunakan pada 2 atau 3 frekuensi yang berbeda [7]. Antena mikrostrip terdiri dari 3 lapisan yaitu *Groundplane*, *Substrate*, dan *Patch*.



GAMBAR 2.1 Struktur Antena Mikrostrip

B. Slotted Patch

Metode *slot* merupakan salah satu metode parasitik untuk meningkatkan performa antena terutama pada parameter *bandwidth*. Metode ini menggunakan teknik memotong atau melubangi pada elemen *patch* di bagian tengah. Adapun perhitungan dalam menentukan ukuran celah yang akan dibentuk. Berikut perhitungan panjang *slot patch* pada persamaan berikut [8]:

$$\frac{\lambda_a}{\lambda_0} = 1,194 - 0,24 \ln \varepsilon_r - \frac{0,621 \varepsilon_r^{0,835} \left(\frac{w}{\lambda_0}\right)^{0,48}}{1,344 + \frac{w}{h}} - 0,0617 \left[1,91 - \frac{\varepsilon_r + 2}{\varepsilon_r} \ln \left(\frac{h}{\lambda_0} \right) \right] \quad (2.1)$$

$$\frac{\Delta L}{h} = 0,412 \left[\frac{(\varepsilon_{eff} + 0,3) + \left(\frac{w_p}{h} + 0,264\right)}{(\varepsilon_{eff} - 0,258) + \left(\frac{w_p}{h} + 0,8\right)} \right] \quad (2.2)$$

Sehingga, nilai panjang *slot* (L_a) dan Lebar *slot* (W_a) diperoleh [8]:

$$L_a = \frac{\lambda_a}{2} - \Delta L \quad (2.3)$$

$$W_a = \frac{c}{2 f_r \sqrt{\frac{2}{\varepsilon_r + 1}}} \quad (2.4)$$

C. Peripheral Slits

Peripheral slits adalah salah satu teknik meningkatkan performa antena dan mereduksi ukuran dimensi antena mikrostrip dengan cara membuat celah atau lubang pada sisi tepi elemen terutama bagian *patch* antena [2]. Banyaknya jumlah slit yang digunakan akan mempengaruhi performa antena, dengan semakin banyak slit juga akan dapat mengurangi frekuensi kerja.

III. METODE

A. Metode Perancangan

Pada tahap ini, dilakukan perancangan antena mikrostrip *patch* segiempat dengan beberapa model metode yang berbeda. Perancangan ini digunakan untuk mengetahui ukuran dimensi antena sebelum disimulasi dengan menggunakan *software* 3D. Berikut diagram alir dari perancangan dan analisis penelitian.



GAMBAR 3.1 Diagram Alir

B. Spesifikasi Antena

Penelitian ini menggunakan spesifikasi antena sesuai standar, sebagai berikut:

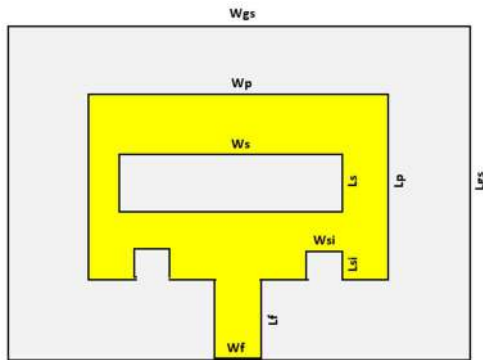
- Frekuensi Kerja : 5 GHz
- Impedansi *Input* : 50 Ohm
- VSWR : ≤ 2
- *Return Loss* : ≥ 10 dB
- *Bandwidth* : ≥ 100 MHz

C. Perhitungan Dimensi Antena Berdasarkan Teori

Pada perhitungan dimensi antena ini, terdapat faktor yang mempengaruhi nilai tersebut yaitu nilai frekuensi kerja (f_r). Nilai frekuensi kerja suatu antena berbanding terbalik dengan dimensi antena. Semakin tinggi nilai frekuensi kerja maka dimensi antena akan semakin kecil, begitu pula sebaliknya.

TABEL 3. 1 Hasil Perhitungan Awal Dimensi Antena

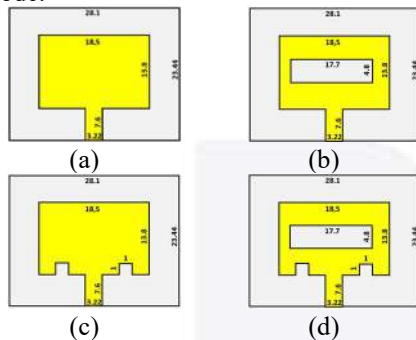
Parameter	Simbol	Nilai (mm)
Lebar <i>Patch</i>	W_p	18.5
Panjang <i>Patch</i>	L_p	13.84
Tebal <i>Patch</i>	h_p	0.035
Lebar <i>Groundplane</i> & <i>Substrate</i>	W_{gs}	28.1
Panjang <i>Groundplane</i> & <i>Substrate</i>	L_{gs}	23.44
Tebal <i>Groundplane</i>	h_g	0.035
Tebal <i>Substrate</i>	h_s	1.6
Lebar <i>Feed</i>	W_f	3.22
Panjang <i>Feed</i>	L_f	7.6
Lebar <i>Slot</i>	W_s	17.7
Panjang <i>Slot</i>	L_s	4.8
Lebar <i>Slit</i>	W_{si}	1
Panjang <i>Slit</i>	L_{si}	1



GAMBAR 3. 1 Keterangan Simbol pada Desain Antena

D. Perancangan dan Simulasi Dimensi Awal

Pada tahap ini, dilakukan perancangan desain dan simulasi dari setiap model metode yang didapatkan dari melakukan perhitungan matematis menggunakan rumus berdasarkan teori antena mikrostrip. Berikut desain awal antena pada setiap metode.



GAMBAR 3.3 Desain awal antena (a) Konvensional (b) *Slotted Patch* (c) *Peripheral Slits* (d) Metode Kombinasi

Dari desain awal diatas disimulasikan menggunakan *software* 3D. Jika hasil simulasi yang diperoleh belum memenuhi spesifikasi antena, maka perlu dilakukan optimasi, serta perlu dilakukan optimasi secara maksimal untuk mendapatkan performa terbaik disetiap metode yang diteliti. Berikut hasil simulasi dari desain awal antena.

TABEL 3. 2 Hasil Simulasi Desain Awal Antena

Jenis Antena	<i>Return Loss</i>	VSWR
Konvensional	-8.298	2.25
Slotted Patch	-0.385	45.262
Peripheral Slits	-10.649	1.830

E. Optimasi Antena

Pada perancangan ini dilakukan optimasi dengan melakukan perubahan dimensi antena seperti, besar *patch*, panjang *slot*, lebar *slot*, dan lebar *microstrip feed*, serta jumlah dan ukuran *slit*. Antena mikrostrip ini merupakan satu kesatuan, apabila salah satu ukuran atau pergeseran posisi elemen dirubah maka akan sangat berpengaruh pada parameter-parameter yang ada. Berikut hasil optimasi antena secara maksimal.

TABEL 3. 3 Hasil Optimasi Maksimal Antena

Parameter	Nilai (mm)
Tebal <i>Patch</i>	0.035
Lebar <i>Groundplane & Substrate</i>	28.1
Panjang <i>Groundplane & Substrate</i>	23.44
Tebal <i>Groundplane</i>	0.035
Tebal <i>Substrate</i>	1.6
Lebar <i>Feed</i>	3.22
Panjang <i>Feed</i>	7.6
Dimensi <i>Patch</i>	
Lebar <i>Patch</i>	25.5
Panjang <i>Patch</i>	13.579
Dimensi <i>Slot</i>	
Lebar <i>Slot</i>	1
Panjang <i>Slot</i>	12.8
Dimensi <i>Peripheral Slits</i>	
Lebar <i>Slit</i>	0.5
Panjang <i>Slit</i>	0.5
Jumlah <i>Slit</i>	2 slit
Posisi <i>Slit</i>	Bawah

Untuk metode kombinasi antara *slotted patch* dengan *peripheral slits* merupakan metode tambahan sebagai pembanding untuk kedua metode yang diteliti. Metode ini menggunakan gabungan ukuran dari hasil optimasi maksimal disetiap metode yang diteliti. Berikut hasil optimasi maksimal dari metode konvensional, metode *slot*, metode *peripheral slits*, dan metode kombinasi.

TABEL 3. 4 Hasil Optimasi Maksimal Antena

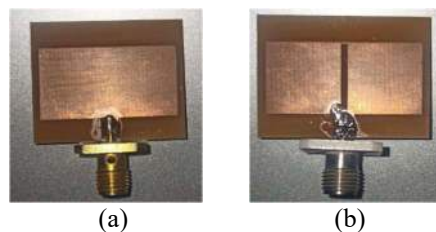
Jenis Antena	<i>Return Loss</i>	VSWR
Konvensional	38.275	1.024
<i>Slotted Patch</i>	36.845	1.029
<i>Peripheral Slits</i>	45.018	1.011
Kombinasi	38.376	1.024

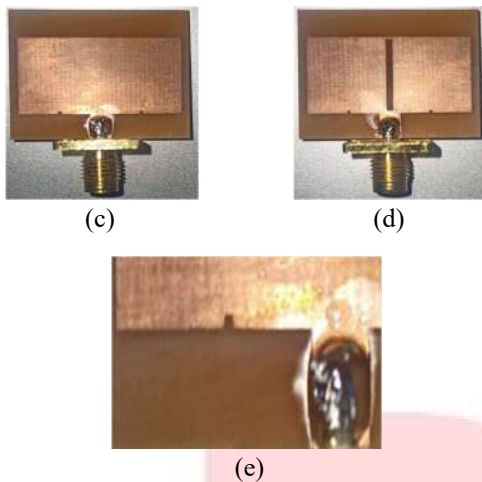
Dari hasil di atas menunjukan bahwa semua metode yang teliti telah memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Dimensi antena yang telah optimal akan dilakukan fabrikasi atau realisasi.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Realisasi Antena

Tahap ini dilakukan pencetakan antena berdasarkan dimensi antena dari hasil optimasi pada simulasi. Pencetakan antena dilakukan pada jasa pencetakan *Printed Circuit Board* (PCB) sesuai dengan bahan dan ukuran yang telah ditentukan.





GAMBAR 4. 1 Realisasi Antena (a) Patch Konvensional (b) Patch Metode Slot (c) Patch Peripheral Slits (d) Patch Kombinasi (e) Celah Patch Pada Peripheral Slits

TABEL 4. 1 Pergeseran Frekuensi Kerja dari Hasil Realisasi

Jenis Antena	Frekuensi Kerja (GHz)	
	Simulasi	Pengukuran
Antena Konvensional	5	5.115
Metode Slot	5	5.125
Metode Peripheral Slits	5	5.135
Kombinasi Slot dan Peripheral Slits	5	5.185

Pada Tabel 4.1, menunjukan bahwa antena dari hasil fabrikasi mengalami pergeseran frekuensi kerja. Pergeseran frekuensi yang terjadi dikarenakan adanya ketidaksempurnaan dalam pencetakan ukuran panjang *patch*.

B. Analisis Hasil

Pada tahap ini dilakukan analisis terhadap hasil performa antena dari pengaruh perbedaan metode dalam meningkatkan performa antena. Analisis ini dilakukan dengan cara membandingkan dari hasil simulasi menggunakan *software* dengan hasil pengukuran menggunakan alat *Vector Network Analyzer* (VNA). Perbandingan hasil dilakukan pada parameter antena seperti *return loss*, VSWR, *gain*, dan *bandwidth*.

TABEL 4. 2 Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran Realisasi

Parameter	Jenis Antena	Simulasi	Pengukuran
VSWR	Konvensional	1.024	1.380
	Slotted Patch	1.029	1.461
	Peripheral Slits	1.011	1.153
	Kombinasi	1.024	1.239
Return Loss (dB)	Konvensional	38.725	15.928
	Slotted Patch	36.845	14.553

Gain (dBi)	Peripheral Slits	45.018	22.973
	Kombinasi	38.376	19.428
	Konvensional	3.083	2.243
	Slotted Patch	3.107	2.189
Bandwidth (MHz)	Peripheral Slits	3.073	2.890
	Kombinasi	3.078	2.882
	Konvensional	449	155
	Slotted Patch	428	185
	Peripheral Slits	444	160
	Kombinasi	425	180

Tabel 4.2 merupakan perbandingan hasil yang telah diperoleh dari simulasi dan pengukuran antena realisasi. Ketika simulasi, metode *slotted patch* dapat performa yang lebih baik pada parameter *gain* yang diperoleh yaitu 3.107 dBi namun ketika pengukuran langsung metode *slotted patch* menjadi metode yang memberikan *bandwidth* paling besar yaitu 185 MHz. Sedangkan untuk metode *peripheral slits* ketika pengukuran langsung, mendapatkan nilai VSWR 1.153, *return loss* 45.018 dB, dan *gain* sebesar 2.890 dBi.

V. KESIMPULAN

Dari analisis yang dilakukan pada hasil simulasi dan hasil pengukuran langsung, metode *peripheral slits* menjadi metode yang memberikan peningkatan performa paling bagus diantara metode *slotted patch* maupun metode pembanding yaitu metode kombinasi. Pada parameter VSWR, *return loss*, dan *gain*, metode *peripheral slits* memiliki peningkatan VSWR sebesar 59,7%, *return loss* sebesar 44,23%, dan *gain* mendapatkan nilai terbesar ketika pengukuran yaitu 2.890 dBi. Sedangkan metode *slotted patch* menjadi metode dengan hasil *bandwidth* paling besar yaitu 185 MHz. Metode *slotted patch* mengalami peningkatan *bandwidth* sebesar 19.35% dari *bandwidth* yang di dapatkan pada metode konvensional ketika dilakukan pengukuran langsung.

REFERENSI

- [1] Hong, J. S., "Microstrip Antennas". New York, 1997
- [2] Alan Sujadi, Eko Setijadi, dan Gamantyo Hendrantoro, "Desain Antena Microstrip dengan Tapered Peripheral slits Untuk Payload Satelit Nano Pada Frekuensi 436,5 MHz," Jurnal Teknik POMITS, Vol. 1, No. 1, pp. 1-6, 2012
- [3] Shinta Romadhona, M. Panji Kusuma Praja, Raditya Artha Rochmanto, "Desain Antena Mikrostrip Rectangular Frekuensi 3,5 GHz Menggunakan Metode Slits", Science Tech, Vol. 9, No. 2, 2023
- [4] Primananda Andhika, dkk. "Perancangan Dan Realisasi Antena Mikrostrip Slot Rectangular Untuk Wifi 2.4 Ghz Dan 5.68 Ghz". e-Proceeding of Engineering, Vol.3, No.1, 2016.

- [5] Kraus, J. D., "Antennas", 2nd ed., Mc. Graw Hill, New Delhi, 1988.
- [6] Pozar, D. M. "Microstrip antenna design handbook (2nd ed.)". New York, NY: Wiley. 2012.
- [7] N. Punit S, "Design of a Compact Microstrip Patch Antenna for Use in Wireless/Cellular", Florida, 2004.
- [8] Rohani Christyn S. "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Dengan Penambahan Slot Untuk Meningkatkan Bandwidth". UNJ: Tugas Akhir Sarjana. 2018.
- [9] Garg, Rames. Prakash Bhartia. & Inder Bahl. "Microstrip Antenna Design Handbook". Artech House: Norwood. 2001.
- [10] Balanis, C. "Antenna Theory Analysis and Design Fourth Edition". New Jersey. 2016.