

DESAIN ANTENA MIKROSTRIP SLOT U UNTUK WLAN FREKUENSI KERJA 2.4 GHz

Selva Ramaini¹⁾, Uzma Septima²⁾, Yulindon³⁾

^{1,2,3}Teknik Telekomunikasi, Politeknik Negeri Padang,
Jl. Kampus, Limau Manis, Kec. Pauh, Kota Padang, 25164
E-mail: selvaramainii@gmail.com

Abstract

In this work, a microstrip antenna has been designed using a U slot with a single frequency of 2.441 GHz for WLAN applications. The antenna is designed using a coplanar ground, feedline, and slot in the patch. By extending and widening the slot can change the resonant frequency value as expected, while varying the size of the ground plane can change the value of the bandwidth and the value of return loss. The antenna is designed on substrate FR4, measuring 25 mm x 30 mm, which has a dielectric constant 4.7, dielectric loss tangent 0.02 and a substrate thickness of 1.6 mm. The designed antenna is simulated using CST Studio Suite software. The simulation results obtained working frequency band 2.3436 GHz-2.5278 GHz, return loss -32.27 dB with a resonant frequency of 2.441 GHz, bandwidth of 184.2 MHz, VSWR 1.049, gain 1.66 (dBi), impedance 51.91 Ω , and omnidirectional polaradiation.

Keywords: Microstrip antenna, WLAN, U-shape slots, CST Studio Suite

Abstrak

Dalam karya ini telah dirancang antena mikrostrip menggunakan slot U dengan frekuensi tunggal 2,441 GHz untuk aplikasi WLAN. Antena dirancang menggunakan *coplanar ground*, *feedline* dan slot pada *patch*. Dengan memperpanjang dan memperlebar slot dapat mengubah nilai frekuensi resonansi sesuai dengan yang diharapkan, sedangkan memvariasikan ukuran *ground plane* dapat mengubah nilai *bandwidth* dan nilai *return loss*. Antena dirancang pada *Substrate* FR-4, berukuran 25 mm x 30 mm, yang memiliki konstantan dielektrik (ϵ_r) 4,7, *Dielectric Loss Tangent* ($\tan \delta$) 0,02 dan ketebalan *substrate* 1,6 mm. antena yang dirancang disimulasikan menggunakan *software* CST Studio Suite . Hasil simulasi didapatkan pita frekuensi kerja 2,3436 GHz – 2,5278 GHz, *return loss* -32, 27 dB dengan frekuensi resonansi 2,441 GHz, *bandwidth* 184,2 MHz, VSWR 1,049, gain 1,66 (dBi), impedansi 51,91 Ω , dan polaradiasi *omnidirectional*.

Kata kunci: Antena mikrostrip, WLAN, Slot U, CST Studio Suite.

PENDAHULUAN

Sistem komunikasi *wireless* pada saat sekarang sangat dibutuhkan, contoh dari aplikasi ini ada WiFi yang merupakan salah satu komunikasi nirkabel yang paling populer karena mempunyai kelebihan bisa mengirim dan menerima data yang mempunyai kapasitas besar dengan cepat. Peran antena sangat diperlukan untuk komunikasi *wireless*, karena antena berfungsi sebagai sarana untuk memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik (Balanis, 1997). Diantara antena yang dicetak,

antena mikrostrip adalah antena yang paling populer (Anil Pandey, 2019). Antena mikrostrip memiliki kelebihan profil kecil, ringan, mudah fabrikasi, tidak memakan banyak biaya, dan konfigurasi planar. Disamping mempunyai kelebihan antena mikrostrip juga memiliki kekurangan yaitu bandwidth yang sempit dan efisiensi yang rendah (Anil Pandey, 2019). Oleh sebab itu antena mikrostrip sangat cocok digunakan untuk aplikasi *wireless* salah satunya yaitu WLAN / WiFi.

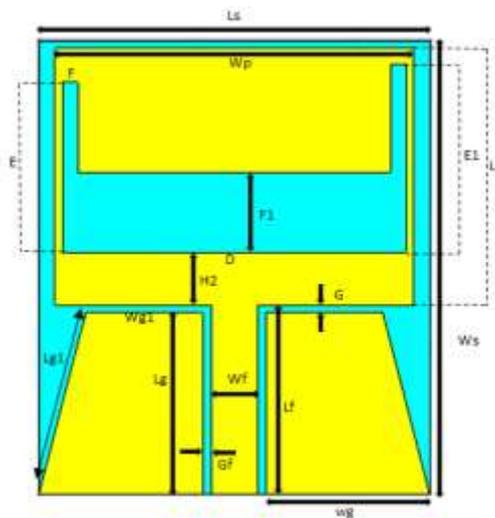
Beberapa tahun terakhir penelitian antena mikrostrip yang menggunakan slot untuk frekuensi WLAN 2,4 GHz telah dilakukan, seperti desain antena slot H terpolarisasi ganda, menggunakan bahan FR4 berukuran $80 \times 101 \times 1,5 \text{ mm}^3$ (Li et al., 2017). Selanjutnya desain antena mimo planar 8 port untuk aplikasi WLAN 2,4 GHz, menggunakan bahan *ROGERS* 4350B dengan ukuran $80 \times 80 \times 0,76 \text{ mm}^3$ (Hua et al., 2017). Desain selanjutnya antena slot dering lingkaran yang dapat dengan EBG struktur untuk jaringan area tubuh nirkabel, menggunakan bahan tekstil konduktif nilon “Nora-Dell-CR” dengan ukuran $81 \times 81 \times 4 \text{ mm}^3$ (Gao et al., 2018). Berikutnya desain antena tag RFID aktif dua lingkungan dapat dipasang diobjek logam, menggunakan bahan FR4 berukuran $50 \times 47 \times 6 \text{ mm}^3$ (Chang et al., 2016). Berikutnya antena slot cicin dengan rongga ganda terpolarisasi sirkular kompak, menggunakan bahan *ROGERS* RO4003 berukuran $60 \times 60 \times 3,048 \text{ mm}^3$ (Ferreira et al., 2016). Selanjutnya antena *patch* slot sudut sempit untuk komunikasi radio nirkabel 2.4 GHz, menggunakan bahan *ROGERS DUROID* 5880, berukuran $38 \times 33,25 \times 3,2 \text{ mm}^3$ (Saravanan & Rangachar, 2016). Selanjutnya efek tikungan dan kelembaban pada kinerja antena slot U untuk komunikasi diluar tubuh di ISM pada frekuensi 2,4 GHz, menggunakan bahan tekstil berukuran $70 \times 85 \times 6 \text{ mm}^3$ (Sanchez-montero & Alen-cordero, 2019). Selanjutnya antena polarisasi melingkar *omnidirectional* kompak, menggunakan bahan RO4003C, berukuran $24,8 \times 63 \times 6,5 \text{ mm}^3$ (Wu et al., 2017). Dari literatur di atas dapat diketahui bahwa rancangan antena mikrostrip menggunakan slot dengan frekuensi tunggal 2,4 GHz yang memiliki ukuran terkecil adalah antena yang dirancang oleh (Saravanan & Rangachar, 2016) menggunakan bahan *ROGERS DUROID* 5880, bahan tersebut harganya relatif mahal dibandingkan dengan FR4.

Oleh sebab itu dalam perkerjaan ini dirancang antena baru menggunakan bahan FR4 untuk aplikasi WLAN, dengan ukuran lebih kecil lagi dari antena referensi, sehingga dapat menghemat biaya pembuatan dan praktis dalam penggunaan, namun

tetap menghasilkan parameter antenna yang sesuai dengan standar aplikasi WLAN. Antena dirancang dengan menambahkan slot berbentuk huruf U pada *patch*, karena slot U memiliki desain yang sederhana atau tidak sulit dalam pendesainan dan ukuran antenna slot U pada referensi Sanchez-montero & Alen-cordero (2019) masih besar, bahan yang digunakan juga sulit ditemukan dipasaran serta nilai *return loss* masih bisa untuk ditingkatkan lagi. Antena pada penelitian ini dirancang berukuran 25 x 30 x 1,6 mm³.

METODE PENELITIAN

Struktur antenna mikrostrip slot U menggunakan *feedline* dan *coplanar ground* ditunjukkan pada gambar 1. Antena dirancang untuk beroperasi pada pita frekuensi 2,4 – 2,4835 GHz. Desain antenna dirancang dan disimulasikan menggunakan *software CST Studio Suite*. Antena dirancang menggunakan *substrate* FR4, yang memiliki ketebalan 1,6 mm, kostanta dielektrik (ϵ_r) 4,7 *loss tangent* 0,02, dan ketebalan *patch* dan *ground plane* 0,035 mm. Spesifikasi antenna yang akan dirancang dapat dilihat pada tabel 1.



Gambar 1. Struktur Antena Mikrostrip Slot U

Tabel 1

Spesifikasi Antena yang Akan Dirancang

Parameter	Nilai
Frekuensi kerja	2,4 GHz (2,4 GHz – 2,4835 GHz)
Frekuensi Tengah	2,441 GHz
<i>Return loss</i>	< -10 dB
<i>Bandwidth</i>	> 83 MHz
VSWR	< 2
Polaradiasi	<i>omnidirectional</i>
Impedansi	50 Ω
Gain	> 0

Tabel 2
 Dimensi Optimalisasi Desain Antena

Dimensi	Gf	F	F1	Ws	Wp	G	Lp	Ls	E	E1
Ukuran (mm)	0,5	1	5,3	30	23	0,5	17	25	11,28	12,5
Dimensi	E	D	H2	Wg1	Wf	Wg	Lg	Lg1	Lf	H
Ukuran (mm)	11,28	20	3,5	7,5	3	10,5	12	0,07	12,5	0,035

HASIL DAN PEMBAHASAN

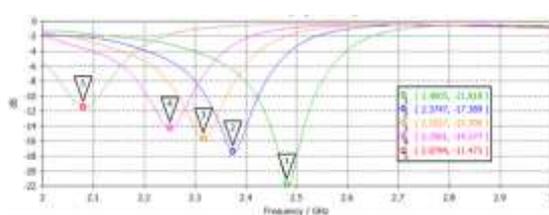
Parameter antena simulasi seperti frekuensi resonansi, *return loss*, *bandwidth*, pola radiasi, *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR), impedansi, dan gain dirancang dan simulasikan menggunakan *software CST studio suite*.

Studi Parametrik

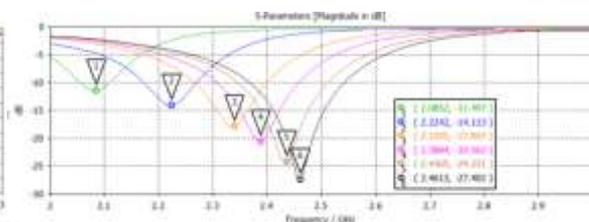
Studi parametrik dilakukan pada dimensi panjang dan lebar slot dan pada *ground plane*.

a. Variasi Panjang dan lebar Slot

Variasi untuk dimensi panjang slot yang dicobakan adalah 17 mm, 18 mm, 18,5 mm, 19 mm, dan 20 mm, sedangkan variasi untuk lebar slot yang dicobakan 2 mm, 3 mm, 4 mm, 4,5 mm, 5 mm, dan 5,3 mm. Hasil simulasi dari optimalisasi panjang slot ditunjukkan pada gambar 2, sedang hasil dari optimalisasi lebar slot ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 2. RL Optimasi Panjang Slot



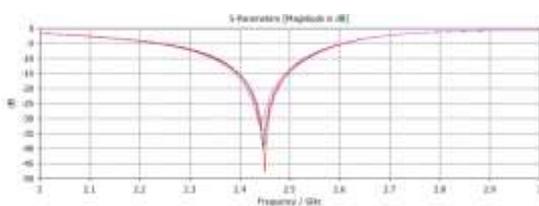
Gambar 3. RL Optimasi Lebar Slot

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa nilai *return loss* sudah berada ≤ 10 dB, tetapi belum berada direntang frekuensi kerja yang diinginkan yaitu 2,4 GHz – 2,4835 GHz dengan frekuensi tengah 2,441 GHz. Dari gambar 2 juga dapat diketahui bahwa variasi dimensi panjang slot berpengaruh pada frekuensi resonansi dan *return loss*, sedangkan Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa nilai *return loss* sudah berada ≤ -10 dB, grafik no 1, 2, 3, 4 masih berada diluar frekuensi kerja yang diinginkan, sedangkan grafik no 5 dan 6 sudah berada pada frekuensi kerja yang diinginkan namun belum pada frekuensi tengah. Lebar slot berpengaruh pada frekuensi resonansi dan juga *return loss*. Semakin

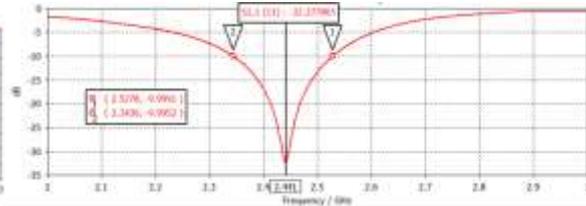
besar nilai dimensi lebar slot maka frekuensi resonansi semakin tinggi dan *return loss* semakin kecil.

b. Variasi *Ground Plane*

Gambar 4 menunjukkan grafik *return loss* hasil optimalisasi dimensi *ground plane*. Pada desain antenna optimalisasi menggunakan *coplanar ground*. Grafik *return loss* untuk frekuensi tengah 2,441 GHz ditunjukkan pada gambar 5.

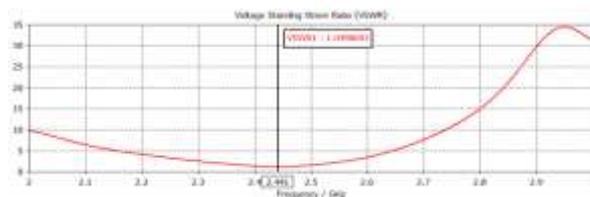


Gambar 4. RL Optimalisasi *Ground Plane*

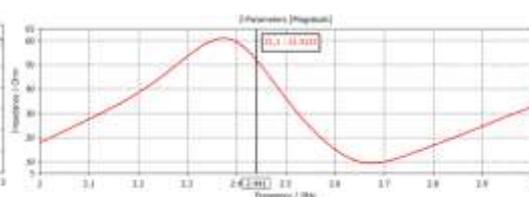


Gambar 5. RL Frek Tengah (2,441 GHz).

Dari gambar 4 dapat dilihat bahwa optimalisasi pada *ground plane* berpengaruh pada *return loss* dan *bandwidth*. *Ground plane* yang dipotong menyebabkan *return loss* lebih kecil dan *bandwidth* lebih lebar. Dari gambar 4 juga dapat dilihat bahwa *return loss* paling kecil didapatkan -47 dB dengan frekuensi resonansi 2,45. Untuk frekuensi tengah (2,441GHz) didapatkan *return loss* sebesar -32,27 dB. Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai *return loss* simulasi untuk frekuensi tengah sebesar -32,27 dB dari rentang 2,4 – 2,4835 GHz. *Return loss* yang didapatkan sudah bagus karena sudah melebihi batas minimum yaitu ≤ -10 dB, dan untuk frekuensi resonansi sudah berada dalam rentang frekuensi WLAN. *Bandwidth* yang didapatkan dari hasil simulasi sebesar 184,2 MHz. Gambar 5 menunjukkan bahwa *bandwidth* antenna sudah memenuhi standar untuk aplikasi WLAN yang mampu bekerja pada rentang frekuensi 2,4 – 2,4835 GHz. Untuk nilai VSWR antenna ditunjukkan pada gambar 6 sedangkan impedansi ditunjukkan pada gambar 7.

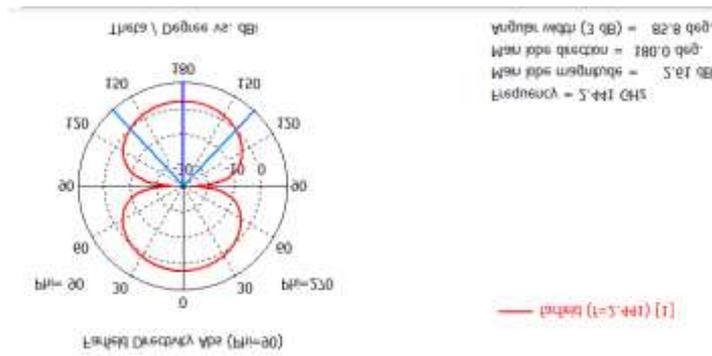


Gambar 6 Grafik VSWR

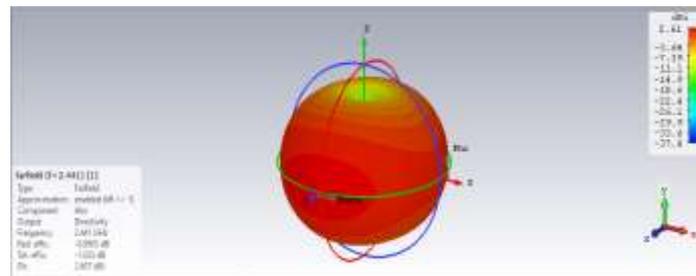


Gambar 7. Grafik Impedansi

Pada gambar 6 dapat dilihat nilai VSWR hasil simulasi didapatkan sebesar 1,049 dengan frekuensi kerja 2,441 GHz. Hasil ini menunjukkan bahwa VSWR antenna simulasi sudah memenuhi syarat VSWR antenna yaitu ≤ 2 . Pada gambar 7 dapat dilihat bahwa nilai impedansi antenna simulasi sebesar 51,91 dengan frekuensi kerja 2,441 GHz. hal ini menunjukkan bahwa nilai impedansi yang didapat telah melebihi nilai spesifikasi yang diinginkan yaitu sebesar 50 Ω . Untuk Polaradiasi antenna ditunjukkan pada gambar 8 dan 9.



Gambar 8. Tampilan Polar



Gambar 9. Polaradiasi 3D

Gambar 9 menunjukkan bahwa desain antenna memberikan *gain* atau penguatan sebesar 2,61 dBi dan juga memberikan polaradiasi *omnidirectional*. Dari gambar 8 dan 9 dapat dilihat bahwa polaradiasi hasil simulasi sudah memenuhi spesifikasi yang diharapkan. Nilai *gain* yang didapatkan sudah ≥ 0 semakin besar nilai *gain* yang didapatkan maka daya pancar antenna tersebut semakin bagus. Untuk lebih jelasnya nilai – nilai parameter antenna yang diperoleh dari hasil simulasi dapat dilihat pada tabel 3, dan untuk perbandingan antenna yang diusulkan dengan beberapa referensi dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 3
 Hasil Simulasi Rancangan Akhir Antena Mikrostrip Slot U

Parameter	Nilai Dari Parameter yang Diharapkan	Hasil Simulasi Antena Mikrostrip Menggunakan Slot U
Return Loss (dB)	< -10(dB)	-32,277865 dB

VSWR	< 2	1,0498693
Gain (dBi)	> 0	2,61 (dBi)
Bandwidth (MHz)	> 83MHz	184,2 MHz
Frekuensi Tengah	2,441 GHz	2,441 GHz
Pita Frekuensi Kerja	2,4 -2,4835 GHz	2,3436 – 2,5278 GHz

Tabel 4.
Perbandingan Antena Yang Diusulkan Dengan Beberapa Referensi.

Referensi	Frek/GHz	RL (dB)	Bandwidth (MHz)	Bahan	Volume (mm ³)
(Li et al., 2017)	2,4	-29	360	FR4	80×101×1,5
(Hua et al., 2017)	2,44	-15	80	ROGERS 4350B	80×80×0,76
(Gao et al., 2018)	2,45	-33	180	Nora DellCR	81×81×4
(Chang et al., 2016)	2,4	-32	100	FR4	50×47×6
(Ferreira et al., 2016)	2,46	-27	119,5	ROGERS RO4003	60×60×3,048
(Saravanan & Rangachar, 2016)	2,4	-29,7	60	ROGERS DUROID 5880	38 × 33.25×3,2
(Sanchez-montero & Alen-cordero, 2019)	2,45	-21	270	Teks til	70×85×6
(Wu et al., 2017)	2,42	-21	50	RO4003C	24,8×63×6,5
Antena yang diusulkan	2,441	-32,27	184,2	FR4	25×30×1,6

KESIMPULAN

Antena mikrostrip slot U untuk penerapan WLAN telah dirancang dengan ukuran 25mm x 30 mm. Dengan memotong bagian *ground plane* dapat memperkecil *return loss* dan memperlebar *bandwidth*. Hasil simulasi Antena memiliki pita frekuensi kerja 2,3436 – 2,5278 GHz, *return loss* -32,27 dengan frekuensi resonansi 2,441 GHz, memiliki *bandwidth* 184,2 MHz, VSWR 1,049, gain 1,66 dBi, impedansi 51,91 Ω , dan polaradiasi *omnidirectional*. Untuk memvalidasi hasil simulasi akan dilakukan fabrikasi dan pengukuran.

DAFTAR PUSTAKA

- Anil Pandey. (2019). *Microstrip, Practical and Printed Antena Desain*.
 Balanis, C. A. (1997). *Antenna Theory - Analysis and Design (Constantine A. Balanis) (2nd Ed) [John Willey] (2).pdf*.
 Chang, L., Wang, H., Zhang, Z., Li, Y., & Feng, Z. (2016). *A Dual - Environment Active RFID Tag Antenna Mountable on Metallic Objects. 1225(c)*. Retrieved from <https://doi.org/10.1109/LAWP.2016.2533626>

- Ferreira, R., Joubert, J., & Ieee, S. M. (2016). *A compact dual-circularly polarized cavity-backed ring-slot antenna*. *c*, 18–21. Retrieved from <https://doi.org/10.1109/TAP.2016.2623654>
- Gao, G., Hu, B., Wang, S., & Yang, C. (2018). *Wearable Circular Ring Slot Antenna With EBG Structure for Wireless Body Area Network*. *17*(3), 2018–2021.
- Hua, X., Wu, D., Cheung, S. W., & Li, Q. L. (2017). *A Planar 8-Port MIMO Antenna for 2.4-GHz WLAN Applications*. 1653–1654.
- Li, W., Xia, Z., You, B., Member, S., & Liu, Y. (2017). *Dual-Polarized H-Shaped Printed Slot Antenna*. *16*, 1484–1487.
- Sanchez-montero, R., & Alen-cordero, C. (2019). *sensors Bend and Moisture Effects on the Performance of a U-Shaped Slotted Wearable Antenna for Off-Body Communications in an Industrial Scientific Medical*.
- Saravanan, M., & Rangachar, M. J. S. (2016). *A Narrowband Corner Slot Patch Antenna for 2.4 GHz Wireless Radio Communications*. *8*(5), 2149–2153. Retrieved from <https://doi.org/10.21817/ijet/2016/v8i5/160805434>
- Wu, J., Member, S., & Sarabandi, K. (2017). *Compact Omnidirectional Circularly Polarized Antenna*. *c*. Retrieved from <https://doi.org/10.1109/TAP.2017.2669959>