

Perancangan Antena Mikrostrip Berbasis *Substrate Integrated Waveguide (SIW)* untuk Aplikasi WLAN

Ade Saputra
Department of Electrical Engineering
Faculty of Science and Technology
Sunan Gunung Djati State Islamic
University
Bandung, Indonesia
adesaputra04.get@gmail.com

Nanang Ismail
Department of Electrical Engineering
Faculty of Science and Technology
Sunan Gunung Djati State Islamic
University
Bandung, Indonesia
nanang.is@uinsgd.ac.id

Achmad Munir
Radio Telecommunication and
Microwave Laboratory
School of Electrical Eng. and Informatics
Institut Teknologi Bandung
Bandung, Indonesia
munir@ieee.org

Abstrak— Paper ini membahas tentang perancangan antena mikrostrip berbasis SIW untuk aplikasi WLAN (Wireless Local Area Network). Antena mikrostrip yang diusulkan dirancang menggunakan substrat dielektrik FR-4 Epoxy dengan konstanta dielektrik sebesar 4,2, tebal 1,6mm dan dimensi 88mm x 66mm, serta saluran mikrostrip sebagai pencatu antena. Dalam perancangannya, frekuensi resonansi antena yang ditargetkan adalah 2,4 GHz dengan return loss sebesar -9,52 dB. Hasil simulasi dari antena yang diusulkan memperlihatkan adanya frekuensi lain selain 2,4GHz diantaranya yaitu frekuensi 3,1GHz dan frekuensi 3,75GHz, sehingga antena ini bisa disebut dengan antena triple band. Beberapa parameter yang mempengaruhi hasil antena yang diinginkan adalah ukuran patch, panjang feeding line, lebar feeding line dan diameter via antena.

Kata Kunci: *Substrate Integrated Waveguide (SIW), Antena mikrostrip, WLAN, frekuensi resonansi.*

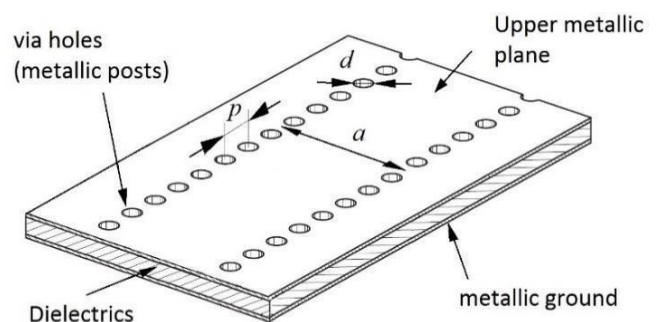
1. PENDAHULUAN

Akhir akhir ini perkembangan sistem komunikasi nirkabel atau wireless berkembang begitu pesat. Sebagai contoh dari perkembangan tersebut adalah teknologi Wi-Fi (Wireless Fidelity). Wi-Fi merupakan teknologi yang memanfaatkan peralatan elektronik secara nirkabel. Sejak pertengahan tahun 2003, dengan mengacu pada standar IEEE 802.11g, Wi-Fi di Indonesia bekerja pada frekuensi 2,4 GHz [1].

Dengan adanya perkembangan tersebut maka dibutuhkan bagian-bagian pendukung yang sesuai dengan perkembangan yang ada. Dalam sistem komunikasi nirkabel, antena merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan. Sehingga dibutuhkan antena yang dapat mengakomodasi kebutuhan sistem tersebut. Tetapi dengan menggunakan antena yang ukuran yang besar dan bahan yang bagus akan mengelurakan biaya yang sangat besar. Ini merupakan sebuah hal yang tidak efektif didalam dunia telekomunikasi khususnya pada antena yang membutuhkan banyak biaya untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Maka dibutuhkanlah kriteria antena yang bisa menjadi antenna low profil, low cost dan tidak memakan banyak ruang.

Antena mikrostrip memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan antena jenis lain, yaitu bentuknya yang tipis dan kecil, memiliki bobot yang ringan, mudah untuk dipabrikasi, dapat membangkitkan polarisasi linier dan polarisasi melingkar hanya dengan pencatutan yang sederhana, mudah untuk diintegrasikan dengan alat elektronika lain dan harga yang relatif murah. Akan tetapi antena mikrostrip juga memiliki kelemahan yaitu gain yang rendah, bandwidth yang sempit dan timbulnya gelombang permukaan [2] untuk mengurangi kelemahan yang ada pada antena mikrostrip maka ditambahkan metode Substrate Integrated Waveguide (SIW).

Substrate Integrated Waveguide (SIW), yang pertama kali diperkenalkan tahun 1998 [2], adalah waveguide yang dibentuk dengan menggunakan substrat. Kombinasi waveguide dan saluran transmisi planar ini menghasilkan saluran transmisi baru, yang mempertahankan kelebihan dari kedua saluran transmisi pembentuknya [3, 4]. SIW adalah saluran transmisi planar yang memiliki frekuensi cut-off, sehingga dipakai pada aplikasi yang bekerja mulai frekuensi tersebut. Gambar 1 mengilustrasikan bentuk antena dengan metode SIW.



Gambar 1. Bentuk metode Substrat Integrated Waveguide Antena

Struktur dasar dari Substrate Integrated Waveguide (SIW) ditampilkan di gambar 1 [5]. Bahan dasar SIW adalah sebuah substrat dielektrika dengan ketebalan h dan permitivitas relatif ϵ_r . Bagian atas dan bawah substrate adalah lapisan metal dengan ketebalan yang biasanya diabaikan. Struktur seperti ini secara teoretis mampu untuk melewatkan sinyal pada frekuensi berapapun, bahkan juga sinyal DC.

Pada struktur SIW ditambahkan dua baris silinder metal (tiang metal, metallic posts), yang menghubungkan lapisan metal sebelah atas dengan lapisan metal sebelah bawah (ground). Diameter dari silinder metal ini d dan jarak dari titik tengah dua silinder sebaris adalah p (pitch), sedangkan jarak dari titik tengah barisan silinder parallel ini adalah a . Keberadaan dua baris silinder metal ini menyebabkan sinyal yang berfrekuensi rendah tidak bisa merambat di dalam SIW, struktur SIW memberikan suatu nilai frekuensi cut-off tertentu, jika sinyal yang dilewatkan melaluinya memiliki frekuensi yang lebih rendah dari frekuensi cut-off tersebut, sinyal akan ditolak [6].

Silinder metal bertugas untuk 'menutup' sisi samping dari saluran transmisi, sehingga SIW bisa menjadi dipandang sebagai model dari sebuah waveguide [6]. SIW memiliki suatu nilai frekuensi cut-off untuk mode gelombang yang merambat di dalamnya, yang nilainya tergantung dari besar a dan kedua besaran untuk silinder metal. Selain itu diameter d dan jarak antara silinder sebaris p bertanggung jawab terhadap gelombang yang menyelinap keluar ('leakage') yang berkontribusi terhadap kerugian (loss). Di dalam SIW merambat gelombang dengan mode transversal elektrik (TE), tetapi mode transversal magnetis (TM) tidak, karena adanya 'celah' di antara silinder metal yang menghindari mengalirnya arus permukaan di sisi samping dari waveguide ini [4]. Dua barisan silinder metal yang berjarak a ini adalah penutup sisi samping waveguide yang tidak ideal, karena masih adanya gelombang elektromagnetik yang bocor keluar.

2. PERANCANGAN ANTENA

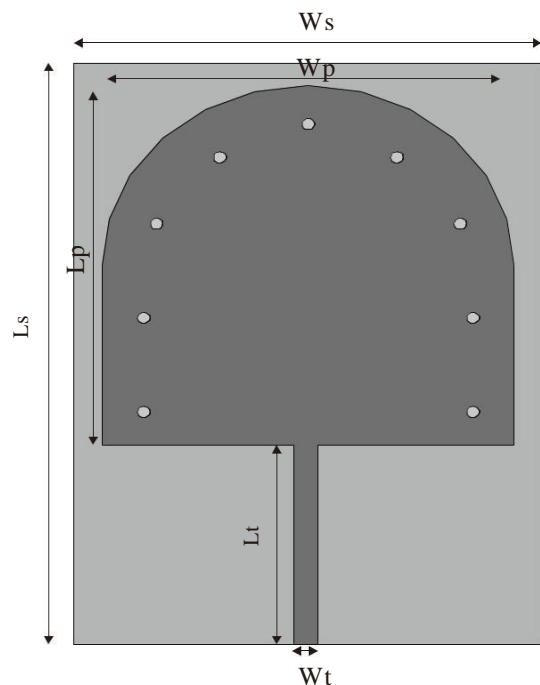
Perancangan antenna ini menggunakan perangkat lunak 3 dimensi. Ada beberapa bagian dari antenna yaitu patch, substrate, ground plane dan saluran pencatu. Ada 4 jenis saluran pencatu yang banyak digunakan diantaranya microstrip line, coaxial probe, aperture coupling dan proximity coupling. Pada perancangan antenna ini menggunakan saluran pencatu mikrostrip. Antena SIW adalah antenna yang dirancang pada substrat dielektrik seperti FR-4 Epoxy, Taconic, Duroid, dll. Perancangan antenna ini menggunakan substrat dielektrik yang digunakan yaitu FR-4 Epoxy dengan konstanta dielektrik adalah 4,2 dan ketebalan dari substrat antenna yaitu 1,6 mm. Berikut adalah tabel hasil rancangan antenna mikrostrip berbasis SIW.

TABLE 1. HASIL PERANCANGAN DIMENSI ANTENA MIKROSTRIP BERBASIS SIW

Part	Simbol	Dimensi (mm)
Lebar Patch	W_p	62.0
Panjang Patch	L_p	62.0
Lebar Feeding Line	W_t	3.65
Panjang Feeding Line	L_t	24.0
Diameter Via	d_v	1.0
Jumlah Via	-	13
Lebar Substrat/Ground Plane	W_s	66.0
Panjang Substrat/Ground Plane	L_s	88.0

Tabel 1 menampilkan dimensi dari antenna dengan SIW. Dimensi dari patch antenna yaitu panjang 62 mm dan lebar 62 mm. Ground plane dirancang dibelakang substrat antenna dengan ukuran yang sama dengan ukuran substrat yaitu panjang 88 mm dan lebar 66 mm. Untuk dimensi saluran pencatu antenna yaitu panjangnya 24 mm dan lebar 3.65 mm. Metode SIW pada perancangan antenna ini menggunakan diameter Via sebesar 1,0 mm dan dengan jumlah via nya sebanyak 13 via. Perancangan

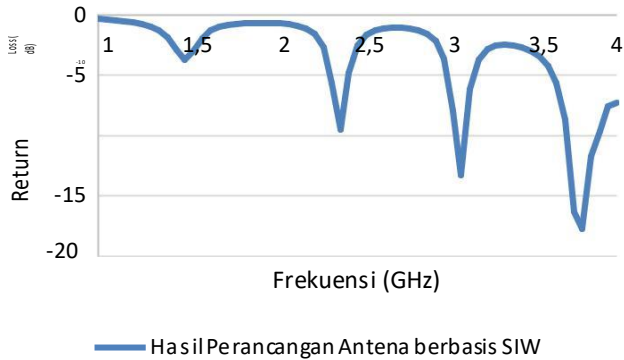
antenna ini menggunakan impedansi masukan sebesar 50 Ω . Gambar 2 menunjukkan hasil rancangan antenna mikrostrip berbasis SIW.



Gambar 2. Hasil Perancangan antenna mikrostrip berbasis SIW

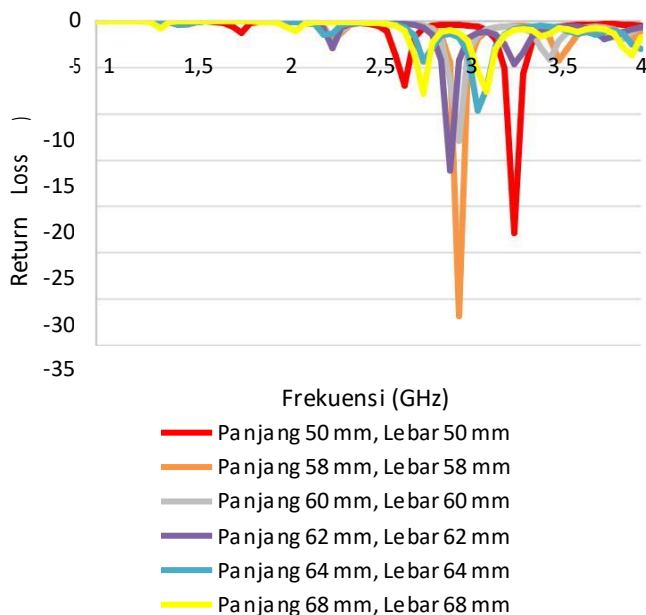
3. SIMULASI DAN HASIL

Hasil return loss dari perancangan antenna ditunjukkan pada Gambar 3. Perancangan antenna ini juga dilakukan beberapa optimasi untuk mencari hasil rancangan antenna yang sesuai dengan spesifikasi yaitu return loss sebesar -9,52 dB dan juga untuk membandingkan parameter-parameter yang ada di antenna. Ada beberapa parameter yang dioptimasi yaitu optimasi ukuran patch antenna, optimasi panjang feeding line, optimasi lebar feeding line dan optimasi diameter via.



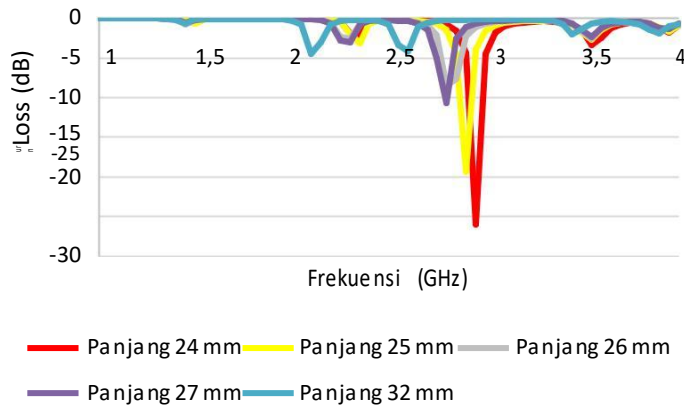
Gambar 3. Nilai Return Loss dari hasil perancangan antenna berbasis SIW

Pada Gambar 3. dapat dilihat yaitu hasil perancangan antenna berbasis SIW nilai return loss pada frekuensi 2,4 GHz sebesar -9,52 dB. Hasil dari perancangan antenna juga ada frekuensi lain selain frekuensi 2,4 GHz dimana frekuensi yang uncur yaitu frekuensi 3,1 GHz sebesar -13,24 dB dan frekuensi 3,75 GHz sebesar -16,26 dB. Sehingga antenna ini bisa disebut juga antenna Triple Band. Gambar 4 menunjukkan hasil optimasi ukuran patch antenna berbasis SIW.



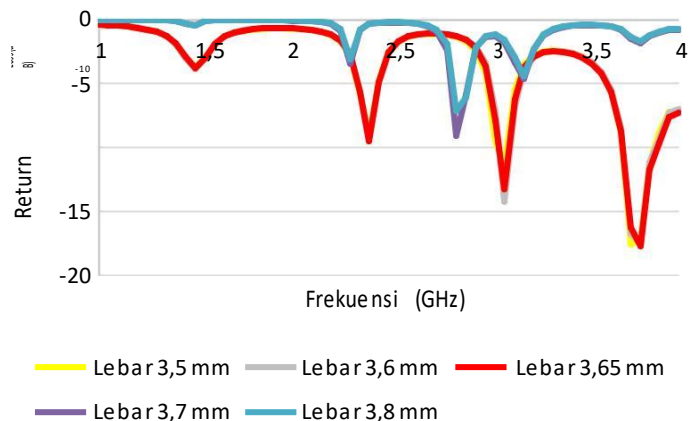
Gambar 4. Optimasi ukuran patch antenna berbasis SIW

Pada optimasi dimensi patch dilakukan 6 variasi ukuran dari panjang dan lebar patch, diantaranya yaitu optimasi panjang = 50 mm, lebar 50 mm, optimasi panjang 58 mm, lebar 58 mm, optimasi panjang 60 mm, lebar 60 mm, optimasi panjang 62 mm, lebar 62 mm, optimasi panjang 64 mm, lebar 64 mm dan optimasi panjang 68 mm, lebar 68 mm. Dari gambar 4.2, dapat dianalisis bahwa pengaruh dari variasi ukuran patch adalah terjadinya pergeseran frekuensi antenna. Dimana ketika ukuran patch semakin besar maka frekuensi antenna akan bergeser pada frekuensi yang lebih kecil. Selanjutnya pada Gambar 5 menunjukkan hasil optimasi dari panjang feeding line antenna berbasis SIW.



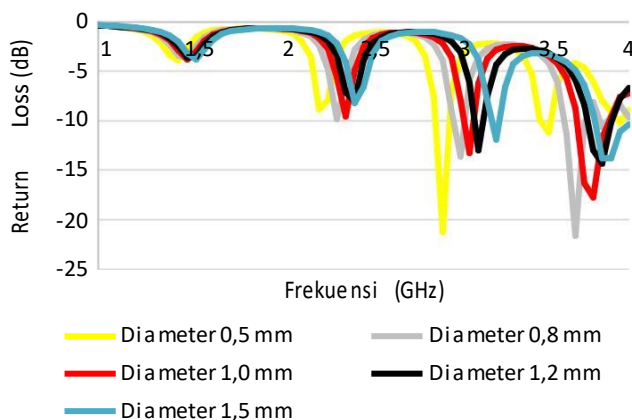
Gambar 5. Optimasi panjang feeding line antenna berbasis SIW

Pada optimasi panjang feeding line dilakukan 5 variasi ukuran dari panjang feeding line, diantaranya yaitu optimasi panjang = 24 mm, optimasi panjang 25 mm, optimasi panjang 26 mm, optimasi panjang 27 mm, dan optimasi panjang 32 mm. Dari gambar 4, dapat dianalisis bahwa pengaruh dari variasi ukuran panjang feeding line adalah ketika ukuran panjang feeding line semakin besar maka nilai dari return loss antenna akan bergeser pada frekuensi yang lebih kecil dan begitu segaliknya. Selanjutnya pada gambar 6 menunjukkan hasil optimasi dari lebar feeding line antenna berbasis SIW.



Gambar 6. Optimasi lebar feeding line antenna berbasis SIW

Pada optimasi lebar feeding line dilakukan 5 variasi ukuran dari lebar feeding line, diantaranya yaitu optimasi lebar 3,5 mm, optimasi lebar 3,6 mm, optimasi lebar 3,65 mm, optimasi lebar 3,7 mm, dan optimasi lebar 3,8 mm. Dari Gambar 6, dapat dianalisis bahwa pengaruh dari variasi ukuran lebar feeding line adalah ketika ukuran lebar feeding line semakin besar maka nilai dari return loss pada frekuensi 2,4 GHz antenna akan semakin kecil dan begitu sebaliknya. Pada optimasi ini lebar feeding line 3,5 mm, 3,6 mm dan 3,65 mm telah memenuhi spesifikasi dimana pada lebar tersebut frekuensi resonansinya yaitu sebesar 2,4 GHz. lebar feeding line 3,65 dengan nilai return loss sebesar -9,52 dB digunakan untuk perancangan antenna ini dikarenakan memiliki nilai return loss yang lebih baik dibandingkan lebar feeding line 3,5 mm dan 3,6 mm. Selanjutnya pada Gambar 7 menunjukan hasil optimasi dari diameter Via antenna berbasis SIW.



Gambar 7. Optimasi diameter via antenna berbasis SIW

Pada optimasi diameter via dilakukan 5 variasi ukuran dari diameter via, diantaranya yaitu optimasi diameter 0,5 mm, optimasi diameter 0,8 mm, optimasi diameter 1 mm, optimasi diameter 1,2 mm, dan optimasi diameter 1,5 mm. Dari Gambar 7, dapat dianalisis bahwa pengaruh dari variasi ukuran diameter via adalah ketika ukuran diameter via semakin kecil maka nilai dari return loss antenna akan bergeser pada frekuensi yang lebih kecil dan begitu sebaliknya.

4. KESIMPULAN

Telah dilakukan perancangan antenna mikrostrip berbasis SIW menggunakan FR-4 Epoxy substrat dielektrik dengan dimensi 88 mm x 66 mm. Pada perancangan antenna resonansinya yaitu sebesar 2,4 GHz dengan return loss sebesar -9,52 dB. Pada perancangan antenna ini juga muncul frekuensi lain selain frekuensi 2,4 GHz diantaranya yaitu frekuensi 3,1 GHz dan frekuensi 3,75 GHz. Sehingga antenna ini bisa disebut dengan antenna triple band. Beberapa parameter yang mempengaruhi hasil antenna yang diinginkan adalah ukuran patch, panjang feeding line, lebar feeding line dan diameter via antenna. Pada perancangan antenna ini diperlukan optimasi kembali sehingga hasil dari return loss dan parameter uji lainnya semakin bagus dan antenna dapat digunakan untuk aplikasi WLAN.

REFERENSI

- [1] B. K. Raj, M. Joseph, C. K. Aanandan, K. Vasudevan, and P. Mohanan, "A New Compact Microstrip-Fed Dual-Band Coplanar Antenna for WLAN Applications," *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 54, no.12, pp. 3755-3762, Dec. 2014.
- [2] R. Garg, "Microstrip Antenna Design Handbook." p. 845, 2001.
- [3] C. A. Balanis, "Antena Theory Analysis and Design," 1997. .
- [4] R. Garg, P. Bhartia, I. Bhal, and A. Ittipiboon, "Microstrip Antenna Design Handbook." 1994.
- [5] L. S. Wu, X. L. Zhou, Q. F. Wei, and W. Y. Yin, "An extended doublet substrate integrated waveguide (SIW) bandpass filter with a complementary split ring resonator (CSRR)," *IEEE Microw. Wireless Compon. Lett.*, vol. 19, no. 12, pp. 777-779, Dec. 2009.
- [6] Zhao, X., Y. Lee, and J. Choi, "Design of compact patch antenna using split-ring resonator embedded substrate," *Microwave and Optical Technology Letters*, Vol. 53, No. 12, 2789-2790, December 2011.