

ANALISA PERFORMANSI IMPLEMENTASI DESAIN ANTENA BUMBUNG GELOMBANG SIRKULAR 2.4 GHz

Kusmadi¹, Asep Misbah²

^{1,2}Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sangga Buana

¹kusmadi@usbykpk.ac.id, ²misbacha22@yahoo.co.id

ABSTRAK

Antena WiFi memiliki bentuk yang bermacam-macam, namun pada prinsipnya antenna tersebut akan difungsikan untuk menerima sekaligus menyalurkan sinyal WiFi pada perangkat gadget, laptop, komputer, dan perangkat lainnya yang membutuhkan koneksi internet. Antena yang terbuat dari material mikrostrip dapat dijadikan sebagai solusi dari beberapa kekurangan yang dimiliki oleh antena berbentuk omni, seperti ukurannya yang lebih panjang maupun jangkauannya yang relative lebih pendek. Meskipun begitu, antena berbahan mikrostrip juga memiliki kekurangan bila dibandingkan dengan jenis lainnya, diantaranya efisiensi antena yang lebih kecil bila dibandingkan dengan antena omni. Antena bumbung gelombang atau lebih dikenal dengan istilah *waveguide* merupakan salah satu solusi yang baik dari kekurangan yang dimiliki antena omni dan antena mikrostrip dalam hal aplikasi antena WiFi. Apabila dibandingkan dengan antena berbahan mikrostrip, maka antena bumbung gelombang memiliki rugi-rugi yang sangat kecil karena menggunakan bumbung gelombang sebagai feeder line. Pada penelitian ini, desain dan implementasi antena bumbung gelombang sirkular dirancang dan disimulasikan pada frekuensi 2,4 GHz untuk aplikasi WiFi dengan hasil simulasi menghasilkan nilai S_{11} sebesar -15,1920 dB. Bandwidth didapatkan dari desain akhir simulasi sebesar 80 MHz. Pada simulasi digunakan bahan material copper dengan nilai relatif permittivity 1. Hasil perancangan dan simulasi kemudian diimplementasikan pada rentang frekuensi 2 GHz – 3 GHz. Hasil pengukuran menghasilkan nilai S_{11} sebesar -15,3214 dB. Bandwidth didapatkan dari desain akhir simulasi sebesar 90 MHz.

Kata Kunci: *WiFi, antena bumbung gelombang, wireless LAN*

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Saat ini *WiFi* sudah menjadi kebutuhan primer bagi sebagian masyarakat kita. Hal ini tidak lepas dari penggunaan *gadget* dan aplikasinya yang berhubungan dengan internet, seperti bisnis *online* atau penggunaan jasa. Semua hal yang dilakukan secara *online* tersebut, sudah pasti membutuhkan sinyal *WiFi*. Agar sinyal WiFi tersebut dapat masuk kedalam *gadget* atau komputer, dibutuhkan antena *WiFi*. Secara umum fungsi antena *WiFi* adalah untuk menerima sekaligus menyalurkan sinyal WiFi *gadget*, laptop, maupun komputer. Saat ini antena yang paling banyak digunakan di sekolah sekolah, supermarket, dan perkantoran sebagai antena *WiFi* adalah antena omni. Cakupan antena omni lebih luas dan menyebar ke semua arah dengan membentuk semacam lingkaran.

Antena mikrostrip dapat dijadikan sebagai solusi dari banyaknya kelemahan yang dimiliki oleh antena omni seperti ukuran jangkauannya yang pendek. Namun, antena mikrostrip juga memiliki kelemahan, yaitu efisiensi antena yang kecil bila dibandingkan dengan antena omni. Antena mikrostrip memiliki *conductor loss* dan *dielectric loss* yang cukup besar, bahkan paling besar dalam golongan antena tipe planar. *Conductor loss* dan *dielectric loss* yang besar merupakan alasan utama mengapa antena mikrostrip memiliki efisiensi antena yang buruk. Semakin besar ukuran dan semakin tinggi gain antena maka efisiensi antena akan semakin kecil [1].

Antena bumbung gelombang merupakan solusi yang baik dari kelemahan antena omni dan antena mikrostrip untuk aplikasi antena *WiFi*. Pertama, dalam hal cakupan dan penyebaran memiliki kesamaan dengan

dengan antena omni, akan tetapi jangkauan lebih panjang. Jika dibandingkan dengan antena mikrostrip, antena bumbung gelombang memiliki *loss* yang sangat kecil karena menggunakan bumbung gelombang sebagai feeder line. Bumbung gelombang terkenal memiliki *loss* yang sangat kecil bahkan terkadang dapat diabaikan. Kedua, antena ini memiliki biaya fabrikasi yang tidak mahal [1].

Antena bumbung gelombang yang akan diteliti dan dibuat oleh penulis adalah antena bumbung gelombang sirkular untuk sinyal *WiFi* pada frekuensi 2,4GHz. Pada penelitian ini dilakukan perancangan dan realisasi antena bumbung gelombang sirkular dengan radius 60 mm. Mode TM digunakan untuk pencatutan yang dihubungkan dengan konektor SMA 50Ω. Kelebihan Mode TM pada penelitian ini adalah mempermudah fabrikasi pemasangan konektor. Panjang inner pada konektor SMA sebesar 50 mm dengan radius 0,635 mm.

Jenis substrat yang digunakan pada penelitian antena bumbung gelombang untuk aplikasi antena *WiFi* adalah *copper* dengan permitivitas relatif (ϵ_r) sebesar 1. Ketebalan substrat yang digunakan adalah sebesar 0,5 mm dengan ketinggian antena bumbung gelombang sebesar 90 mm.

Tujuan Penelitian

Berdasarkan latar belakang yang telah penulis uraikan di atas, maka tujuan dibuatnya Tugas Akhir ini yaitu:

1. Mempelajari dan memahami antena bumbung gelombang sirkular.
2. Mendesain antena bumbung gelombang sirkular untuk aplikasi sinyal *WiFi*.
3. Melakukan implementasi desain dan pengukuran antena bumbung gelombang sirkular untuk aplikasi sinyal *WiFi*.

Lingkup Penelitian

Lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Frekuensi kerja antena yang didesain dan diimplementasi untuk kanal sinyal *WiFi*.

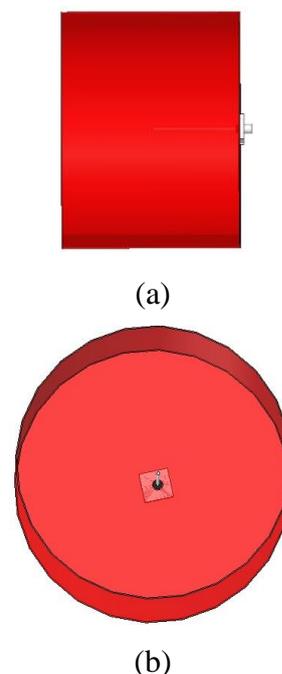
2. Pengaruh tebal konduktor pada antena diabaikan.
3. Material konduktor yang digunakan adalah material tembaga yang tersedia di pasar lokal.
4. Material dielektrik yang digunakan adalah udara karena tidak banyak terdapat jenis dielektrik lainnya tersedia di pasar lokal.

II. METODE PENELITIAN

Pemodelan dan Skenario Simulasi

Pada penelitian ini, antena yang akan dibuat terdiri dari bumbung gelombang sirkular dengan inner konduktor menggunakan konektor SMA. Bumbung gelombang sirkular yang digunakan memakai bahan logam, yaitu tembaga. Nilai permitivitas dari bahan tembaga adalah sebesar 1. Bumbung gelombang sirkular yang disimulasikan memiliki ketebalan sebesar 0,5 mm yang dicatukan dengan konektor SMA yang memiliki impedansi 50 Ohm.

Dari elemen - elemen yang disebutkan di atas, dicari karakteristik yang baik pada frekuensi 2,4 GHz untuk aplikasi antena *WiFi*.



Gambar 2.1 Pemodelan bumbung gelombang sirkular dengan konektor yang disimulasikan: (a) Tampak samping (b) Tampak depan

Karakteristik yang baik tersebut diperoleh dengan mensimulasikannya pada perangkat lunak simulator 3D. Karakteristik tersebut berupa parameter S, pola radiasi, dan gain. Dari hasil simulasi digunakan untuk menentukan desain antenna yang akan dibuat.

Pada Gambar 2.1 dapat dilihat model bumbung gelombang yang terbuka bagian atasnya dengan bagian bawah atau penampang dihubungkan dengan konektor SMA. Karakteristik bumbung gelombang tergantung pada nilai jari-jari, ketebalan subtrat, dan ketinggiannya. Ketebalan subtrat 0,5 mm dijadikan bahan acuan dikarenakan ketersediaan dipasaran lokal dengan harga yang relatif murah. Karakteristik dari konektor SMA yang memiliki impedansi 50 Ohm dengan penambahan bagian inner konektor pada nilai $\lambda/4$.

Mode propagasi menggunakan mode TM₁₁ pada frekuensi cutoff 2,083 dengan menggunakan persamaan (1) dimana n bernilai 1, m bernilai 1, dan P'11 bernilai 3,832. Sedangkan nilai $1/\sqrt{\mu\epsilon}$ sama dengan nilai c karena bumbung gelombang sirkular terisi oleh vakum. Konstanta c sendiri merupakan kecepatan cahaya yang bernilai (3×10^8) m/s.

$$f_{cnm} = \frac{P_{nm}}{2\pi a \sqrt{\mu\epsilon}} \tag{1}$$

$$2,083 \times 10^9 = \frac{3,832}{2\pi a} (3 \times 10^8) \tag{2}$$

$$a = \frac{3,832}{2\pi \times 2,083 \times 10^9} (3 \times 10^8) \tag{3}$$

$$a = 88 \text{ mm}$$

Dengan menghitung persamaan (2) dan (3), pemodelan bumbung gelombang sirkular yang digunakan memiliki ukuran jari-jari dalam sebesar 88 mm.

Dengan mengetahui ukuran jari-jari dalam pada frekuensi *cutoff* 2,083 GHz dilakukan skenario simulasi perubahan radius atau jari-jari penampang bumbung gelombang sirkular, perubahan panjang inner konektor, dan perubahan tinggi antenna bumbung gelombang sirkular. Skenario simulasi dilakukan untuk mendapatkan

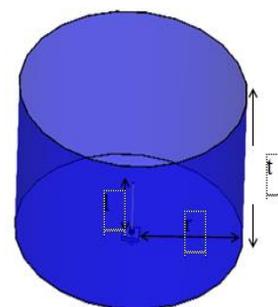
frekuensi tengah 2,4 GHz yang diaplikasikan pada antenna *WiFi*. Terminasi bumbung gelombang untuk mendapatkan frekuensi tengah 2,4 GHz digunakan $\lambda/4$ dengan perhitungan pada persamaan (3) dan (4) di bawah ini.

$$\Lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{2,4 \times 10^9} = 0,125 \text{ m} \tag{3}$$

$$\lambda/4 = 0,125/4 = 31,25 \text{ mm} \tag{4}$$

Perhitungan terminasi bumbung gelombang tersebut digunakan untuk perpanjangan inner konektor SMA yang bernilai 31,25 mm.

Berdasarkan hasil perhitungan frekuensi *cutoff* dan terminasi bumbung gelombang didapatkan ukuran desain awal untuk simulasi antenna bumbung gelombang pada frekuensi 2,4 untuk aplikasi *WiFi*.



Gambar 2. 2 Desain awal simulasi antenna bumbung gelombang sirkular

Tabel 2. 1 Ukuran desain awal simulasi antenna bumbung gelombang sirkular

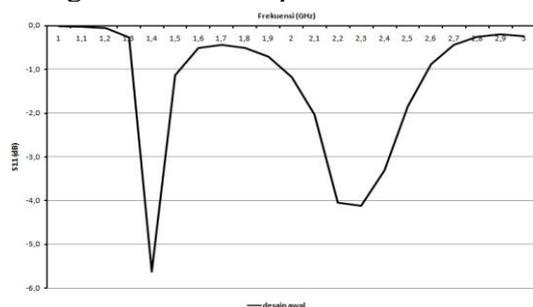
| No | Parameter | Ukuran |
|----|-------------------------------------|----------|
| 1. | Jari - jari bumbung gelombang (r) | 88 mm |
| 2. | Tinggi bumbung gelombang (t) | 90 mm |
| 3. | Panjang inner konektor (l) | 37,25 mm |
| 4. | Ketebalan subtrat bumbung gelombang | 0,5 mm |

Pada Gambar 2.1 dapat dilihat pemodelan desain awal simulasi antenna bumbung gelombang dengan r adalah jari-jari bumbung gelombang, t adalah ketinggian bumbung gelombang, dan l adalah panjang inner konektor. Tabel 3.1 merupakan ukuran dari parameter desain awal antenna bumbung

gelombang dengan nilai r sebesar 88 mm, t sebesar 90 mm, l sebesar 37,25 mm dengan ketebalan subtrat bumbung gelombang sebesar 0,5 mm.

Hasil Simulasi dan Analisis

Pemodelan simulasi disimulasikan pada perangkat lunak simulator 3D dengan nilai - nilai parameter yang sudah didapatkan dari perhitungan. Simulasi dilakukan pada rentang frekuensi 1 – 3 GHz dengan step frekuensi sebesar 100 MHz, nilai relatif permittivity sebesar 1, dan solution frequency 2,4 GHz. Dari simulasi yang menggunakan perangkat lunak simulator 3D ini didapatkan karakteristik antenna yaitu parameter s , pola radiasi, dan gain yang hasilnya digunakan sebagai acuan untuk proses fabrikasi.



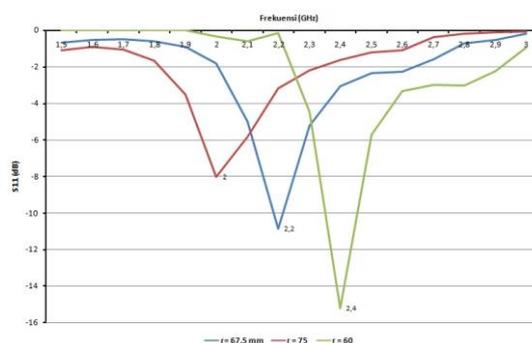
Gambar 2. 3 Nilai S_{11} hasil simulasi desain awal antenna bumbung gelombang sirkular

Pada Gambar 2.3 dapat dilihat nilai S_{11} terbaik sebesar -4,1075 dB pada frekuensi 2,3 GHz dan nilai sebesar -5,6153 dB pada frekuensi 1,4 GHz.

Perubahan Jari - jari Antena Bumbung Gelombang Sirkular

Pada simulasi dilakukan perubahan jari-jari bumbung gelombang sirkular untuk mengetahui pengaruh dari nilai jari-jari terhadap karakteristik antenna bumbung gelombang sirkular. Simulasi dilakukan dengan ketebalan subtrat 0,5 mm, tinggi bumbung gelombang 90 mm, panjang inner konektor 50 mm. Perubahan dilakukan pada jari-jari bumbung gelombang sirkular dengan nilai 60 mm, 67,5 mm, dan 75 mm. Pada Gambar 2.4 menunjukkan bahwa nilai ukuran jari - jari bumbung gelombang berpengaruh terhadap nilai S_{11} . Ukuran jari - jari pada 75

mm menghasilkan nilai S_{11} sebesar -8,0019 dB pada frekuensi tengah 2 GHz. Ukuran jari - jari pada 67,5 mm menghasilkan nilai S_{11} sebesar -10,8652 dB pada frekuensi tengah 2,2 GHz. Ukuran jari - jari pada 60 mm menghasilkan nilai S_{11} sebesar -15,1920 pada frekuensi tengah 2,4 GHz. Dari perubahan nilai jari - jari bumbung gelombang sirkular yang disimulasikan, semakin pendek ukuran jari - jari maka nilai S_{11} semakin rendah dan frekuensi tengah semakin tinggi.

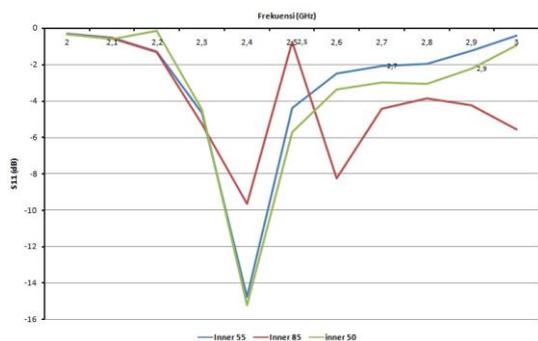


Gambar 2. 4 Perubahan nilai jari - jari bumbung gelombang terhadap nilai S_{11}

Perubahan Panjang Inner Konektor SMA 50Ohm pada Mode TM

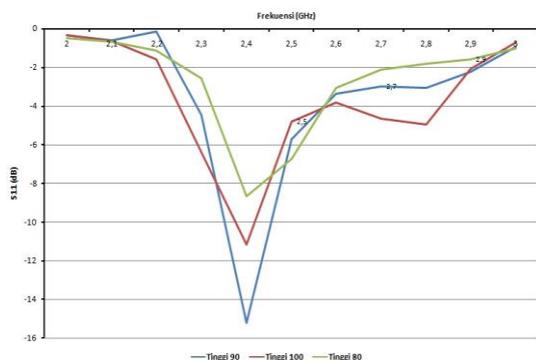
Pada simulasi dilakukan perubahan panjang inner konektor untuk mengetahui pengaruh dari nilai inner konektor terhadap karakteristik antenna bumbung gelombang sirkular. Simulasi dilakukan dengan ketebalan subtrat 0,5 mm, tinggi bumbung gelombang 90 mm, jari - jari bumbung gelombang 60 mm. Perubahan dilakukan pada inner konektor SMA dengan nilai 50 mm, 55 mm, dan 85 mm. Pada Gambar 3.5 menunjukkan bahwa panjang inner konektor berpengaruh terhadap nilai S_{11} . Ukuran inner konektor pada 85 mm menghasilkan nilai S_{11} sebesar -9,6377 dB pada frekuensi tengah 2,4 GHz. Ukuran inner konektor pada 55 mm menghasilkan nilai S_{11} sebesar -14,762 dB pada frekuensi tengah 2,4 GHz. Ukuran inner konektor pada 50 mm menghasilkan nilai S_{11} sebesar -15,1920 pada frekuensi tengah 2,4 GHz. Dari perubahan nilai inner konektor

yang disimulasikan, semakin pendek ukuran inner konektor maka nilai S_{11} semakin tinggi dan frekuensi tengah tidak bergeser atau tetap pada 2,4 GHz.



Gambar 2. 5 Perubahan panjang inner konektor terhadap nilai S_{11}

Perubahan Tinggi Antena Bumbung Gelombang Sirkular: Pada simulasi dilakukan perubahan tinggi bumbung gelombang sirkular untuk mengetahui pengaruh dari nilai tinggi bumbung gelombang sirkular terhadap karakteristik antena bumbung gelombang sirkular. Simulasi dilakukan dengan ketebalan subtrat 0,5 mm, inner konektor 50 mm, jari - jari bumbung gelombang 60 mm. Perubahan dilakukan pada tinggi bumbung gelombang sirkular dengan nilai 80 mm, 90 mm, dan 100 mm.



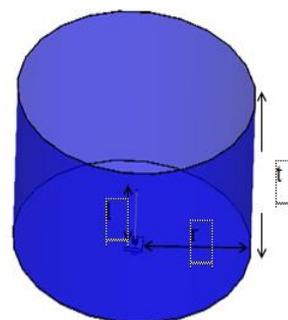
Gambar 2. 6 Perubahan nilai tinggi bumbung gelombang sirkular terhadap nilai S_{11}

Pada Gambar 2.6 menunjukkan bahwa tinggi bumbung gelombang sirkular berpengaruh terhadap nilai S_{11} . Ukuran tinggi

bumbung gelombang sirkular pada 80 mm menghasilkan nilai S_{11} sebesar -8,6525 dB pada frekuensi tengah 2,4 GHz. Ukuran tinggi bumbung gelombang sirkular pada 90 mm menghasilkan nilai S_{11} sebesar -15,192 dB pada frekuensi tengah 2,4 GHz. Ukuran tinggi bumbung gelombang sirkular pada 100 mm menghasilkan nilai S_{11} sebesar -11,1443 dB pada frekuensi tengah 2,4 GHz. Dari perubahan nilai tinggi bumbung gelombang yang disimulasikan, semakin tinggi bumbung gelombang sirkular maka nilai S_{11} semakin rendah dengan frekuensi tengah hampir tetap.

Desain Akhir Simulasi

Berdasarkan hasil simulasi dengan skenario simulasi yang dilakukan pada perangkat lunak simulator 3D. Didapatkan desain akhir simulasi pada frekuensi tengah 2,4 GHz untuk aplikasi antena WiFi.



Gambar 2. 7 Desain akhir simulasi antena bumbung gelombang sirkular

Tabel 2.2 Ukuran desain akhir simulasi antena bumbung gelombang sirkular

| No | Parameter | Ukuran |
|----|-------------------------------------|--------|
| 1. | Jari - jari bumbung gelombang (r) | 60 mm |
| 2. | Tinggi bumbung gelombang (t) | 90 mm |
| 3. | Panjang inner konektor (l) | 50 mm |
| 4. | Ketebalan subtrat bumbung gelombang | 0,5 mm |

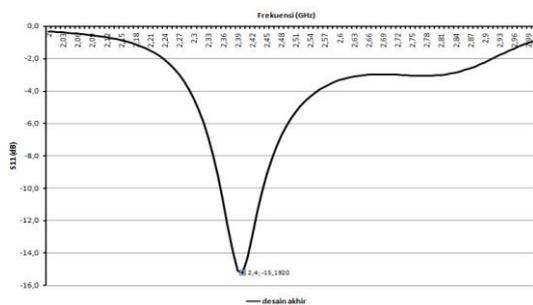
Pada Gambar 2.7 dapat dilihat desain akhir simulasi antena bumbung gelombang dengan r adalah jari - jari bumbung gelombang, t adalah ketinggian bumbung gelombang, dan l adalah panjang inner konektor. Tabel 4.2 merupakan ukuran dari parameter desain akhir antena bumbung

gelombang dengan nilai r sebesar 60 mm, t sebesar 90 mm, l sebesar 50 mm dengan ketebalan subtrat bumbung gelombang sebesar 0,5 mm.

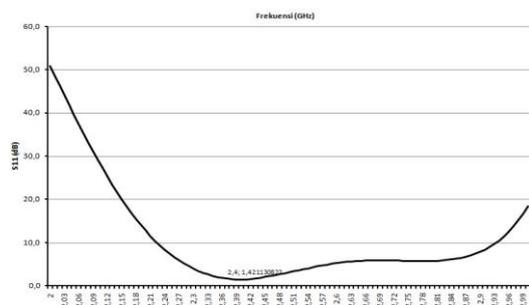
Hasil Desain Akhir Simulasi

Desain akhir antenna bumbung gelombang sirkular pada frekuensi 2,4 GHz untuk aplikasi antenna WiFi didapatkan dengan nilai S_{11} sebesar -15,1920 dB. Bandwidth didapatkan dari desain akhir simulasi sebesar 80 MHz.

Pada Gambar 2.8 dapat dilihat nilai S_{11} sebesar -15,1920 dB pada frekuensi tengah 2,4 GHz dan bandwidth pada rentang frekuensi 2,36 Ghz – 2,44 GHz sebesar 80 MHz. Pada Gambar 2.9 dapat dilihat nilai VSWR sebesar 1,421 pada frekuensi tengah 2,4 GHz. Dari hasil simulasi desain akhir tersebut dijadikan acuan untuk fabrikasi antenna bumbung gelombang sirkular pada frekuensi 2,4 GHz untuk aplikasi antenna *WiFi*.

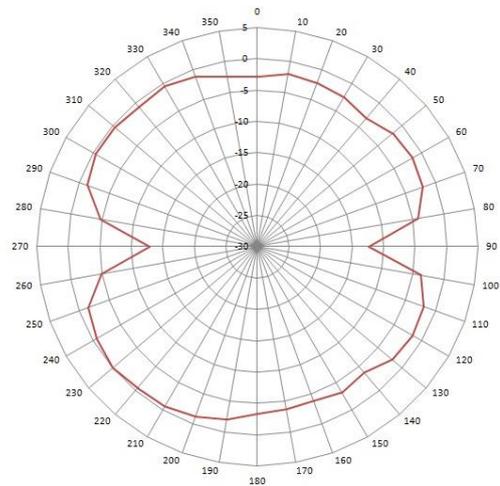


Gambar 2. 8 Nilai S_{11} hasil simulasi desain akhir simulasi bumbung gelombang sirkular

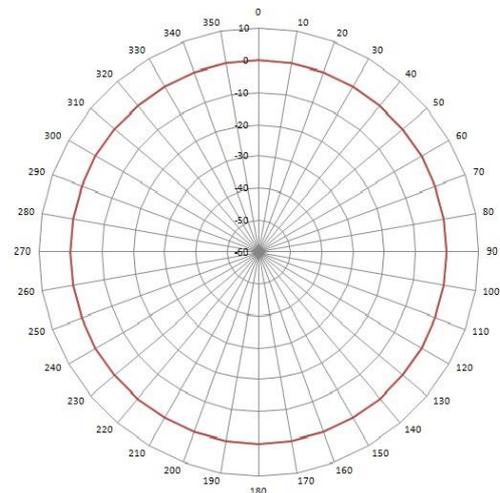


Gambar 2. 9 Nilai VSWR hasil simulasi desain akhir simulasi bumbung gelombang sirkular

Pada Gambar 3.10 dapat dilihat hasil simulasi desain akhir antenna bumbung gelombang sirkular untuk pola radiasi sudut azimuth dengan frekuensi tengah 2,4 GHz.



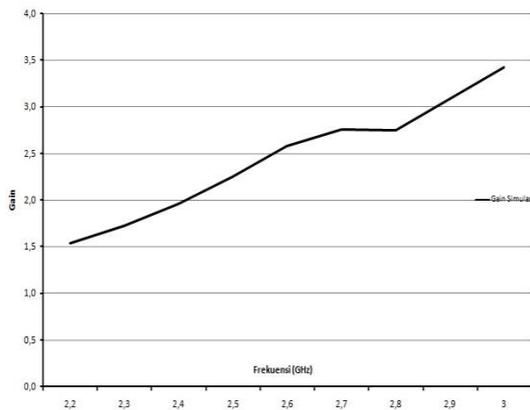
Gambar 2. 10 Pola radiasi sudut azimuth hasil simulasi desain akhir antenna bumbung gelombang sirkular pada frekuensi 2,4 GHz



Gambar 2. 11 Pola radiasi sudut azimuth hasil simulasi desain akhir antenna bumbung gelombang sirkular pada frekuensi 2,4 GHz

Pada Gambar 2.11 dapat dilihat hasil simulasi desain akhir antenna bumbung gelombang sirkular untuk pola radiasi sudut elevasi dengan frekuensi tengah 2,4 GHz. Hasil pola radiasi menunjukkan pola seperti lingkaran. Semua sudut pada hasil pola radiasi memiliki nilai yang sama.

Dapat dilihat pada Gambar 2.12 dapat dilihat hasil simulasi desain akhir antenna bumbung gelombang sirkular untuk gain pada rentang frekuensi 2 GHz - 3 GHz. Hasil simulasi menunjukkan kenaikan nilai *gain* dari rentang frekuensi yang ditentukan. Pada frekuensi 2,4 GHz dapat dilihat gain yang dihasilkan sebesar 1,9608.



Gambar 2. 12 Gain hasil simulasi desain akhir antenna bumbung gelombang sirkular

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Realisasi Antena

Pada bab ini di jelaskan tentang realisasi antenna bumbung gelombang sirkular pada frekuensi 2,4 GHz melalui proses pabrikasi. Hasil simulasi desain akhir digunakan untuk proses pabrikasi dan dilakukan pengukuran hasil pabrikasi.



Gambar 3. 1 Hasil pabrikasi antenna bumbung gelombang sirkular pada frekuensi 2,4 GHz

Pada Gambar 3.1 menunjukkan hasil realisasi antenna bumbung gelombang menggunakan bahan tembaga. Realisasi dilakukan secara manual dari pemotongan plat tembaga perlembar disesuaikan dengan ukuran desain akhir simulasi kemudian dipatri untuk menghubungkan bagian penampang bawah dan bagian selimut. Konektor SMA 50 Ohm dihubungkan dari bawah sesuai pencatuan mode TM dengan

bagian penampang bawah bumbung gelombang sudah dilubangi terlebih dahulu.

Tabel 3. 1 Ukuran desain akhir simulasi antenna bumbung gelombang sirkular

| No | Parameter | Ukuran |
|----|-------------------------------|--------|
| 1. | Jari-jari bumbung gel. (r) | 60 mm |
| 2. | Tinggi bumbung gel. (t) | 90 mm |
| 3. | Panjang inner konektor (l) | 50 mm |
| 4. | Ketebalan substrat bumb. gel. | 0,5 mm |

Berdasarkan Tabel 3.1 ukuran desain akhir simulasi dijadikan acuan untuk realisasi ukuran antenna bumbung gelombang sirkular.

Pengukuran dan Analisis

Pengukuran dilakukan di Laboratorium Telekomunikasi Radio dan Gelombang Mikro, Sekolah Teknik Elektro dan Informatika, Institut Teknologi Bandung (LTRGM, STEI-ITB). Pengukuran menggunakan beberapa peralatan yaitu *Network Analyzer*, *Signal Generator*, dan *Spectrum Analyzer*.



Gambar 3. 2 Vector Network Analyzer

Pada Gambar 3.2 merupakan peralatan yang digunakan untuk mengukur karekateristik paramater S antenna bumbung gelombang sirkular pada frekuensi 2,4 GHz. Alat ini adalah Vector Network Analyzer Merk Copper Mountain Type Cobalt Series C1220. Dengan rentang frekuensi 100 kHz – 20 GHz.

Pada Gambar 3.3 merupakan peralatan yang digunakan pada pengukuran karekateristik pola radiasi dan gain antenna bumbung gelombang sirkular frekuensi 2,4 GHz. Alat ini adalah Site Master Merk Anritsu Type S331D. Dengan rentang frekuensi 25 MHz – 4 GHz.



Gambar 3.3 Signal Generator



Gambar 3.4 Spectrum Analyzer

Pada Gambar 3.4 merupakan peralatan yang digunakan pada pengukuran karakteristik pola radiasi dan gain antenna bumbung gelombang sirkular frekuensi 2,4 GHz. Alat ini adalah *Spectrum Analyzer* Merk *Advantest Type U3751*. Dengan rentang frekuensi 9 kHz – 8 GHz.



Gambar 3.5 Pengukuran Parameter S antenna bumbung gelombang sirkular pada frekuensi 2,4 GHz menggunakan *network analyzer*

Pada Gambar 3.5 dapat dilihat pengukuran parameters S antenna bumbung gelombang menggunakan *network analyzer* yang terhubung ke laptop dan *port 1 network analyzer* terhubung ke antenna menggunakan kabel koaxial.

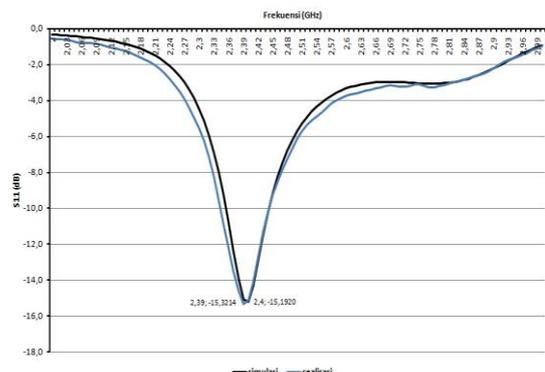


Gambar 3.6 Pengukuran pola radiasi dan *gain* antenna bumbung gelombang sirkular frekuensi 2,4 GHz menggunakan *signal generator* dan *spectrum analyzer*

Pada Gambar 3.6 dapat dilihat pengukuran pola radiasi dan gain antenna bumbung gelombang menggunakan *signal generator* yang terhubung ke antenna pemancar (referensi antenna *log periodik*) dengan kabel koaxial dan *spectrum analyzer* yang terhubung ke antenna penerima (antenna bumbung gelombang sirkular) dengan kabel koaxial.

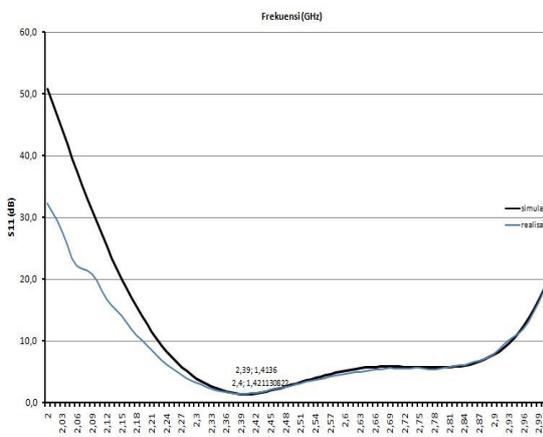
Return Loss dan VSWR

Pengukuran return loss dan VSWR antenna bumbung gelombang sirkular menggunakan vector network analyzer. Return loss antenna didapat dari nilai S11 dengan format Log Mag pada vector network analyzer. VSWR antenna didapatkan dari nilai S11 dengan format VSWR pada vector network analyzer. Pengukuran dilakukan pada rentang frekuensi 2 GHz – 3 GHz dengan step frequency sebesar 10 MHz. Pada Vector Network Analyzer digunakan satu port yaitu port 1 yang dihubungkan dengan kabel koaxial 50 Ohm yang sudah terkalibrasi dan dihubungkan ke antenna bumbung gelombang sirkular.



Gambar 3. 7 Perbandingan nilai S_{11} hasil simulasi desain akhir dengan hasil realisasi

Pada Gambar 3.7 dapat dilihat hasil perbandingan nilai S_{11} hasil simulasi desain akhir dengan hasil realisasi. Hasil simulasi desain akhir menghasilkan nilai S_{11} sebesar -15,1920 dB pada frekuensi tengah 2,4 GHz dan bandwidth pada rentang frekuensi 2,36 Ghz – 2,44 Ghz sebesar 80 MHz. Hasil realisasi menghasilkan nilai S_{11} sebesar -15,3214 pada frekuensi tengah 2,39 GHz dan bandwidth pada rentang frekuensi 2,35 GHz – 2,44 GHz sebesar 90 MHz.

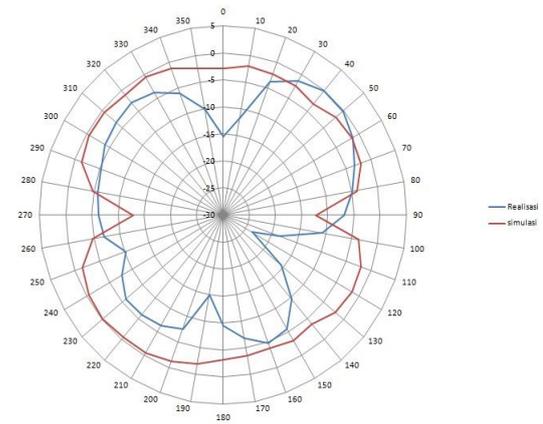


Gambar 3. 2 Perbandingan nilai SWR hasil simulasi desain akhir dengan hasil realisasi

Pada Gambar 3.8 dapat dilihat hasil perbandingan nilai $VSWR$ hasil simulasi desain akhir dengan hasil realisasi. Hasil simulasi desain akhir menghasilkan $VSWR$ sebesar 1,4211 pada frekuensi tengah 2,4 GHz. Hasil realisasi menghasilkan nilai $VSWR$ sebesar 1,4136 pada frekuensi tengah 2,39 GHz.

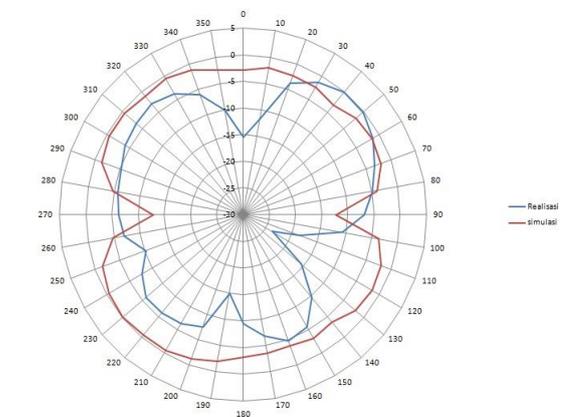
Pola Radiasi

Pengukuran pola radiasi antenna bumbung gelombang sirkular menggunakan signal generator dan spectrum analyzer.



Gambar 3. 3 Perbandingan pola radiasi sudut azimuth hasil simulasi dan realisasi antenna bumbung gelombang sirkular pada frekuensi 2,4 GHz

Pola radiasi antenna didapat dari nilai daya penerimaan signal rf antenna bumbung gelombang sirkular yang terhubung ke spectrum analyzer dari daya pancar signal antenna referensi (antenna log periodic) yang terhubung ke signal generator yang diputar sesuai dengan perputaran sudut azimuth dan elevasi setiap 10 derajat.



Gambar 3. 4 Perbandingan pola radiasi sudut elevasi hasil simulasi dan realisasi antenna bumbung gelombang sirkular pada frekuensi 2,4 GHz

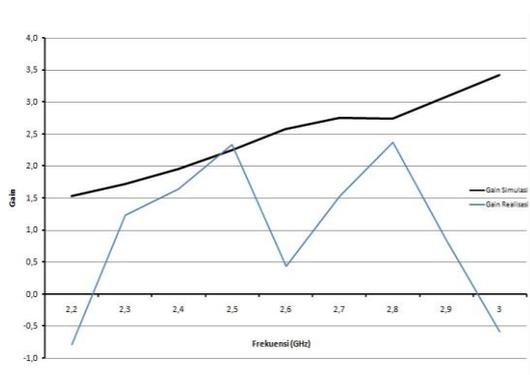
Pada Gambar 3.10 dapat dilihat perbandingan hasil simulasi desain akhir dengan realisasi antenna bumbung gelombang sirkular untuk pola radiasi sudut elevasi dengan frekuensi tengah 2,4 GHz.

Gain

Pengukuran gain antenna bumbung gelombang sirkular menggunakan signal generator dan spectrum analyzer. Gain

antena didapat dari perbandingan nilai daya penerimaan sinyal rf antenna bumbung gelombang sirkular dengan daya penerimaan sinyal rf antenna referensi (log periodic). Nilai daya penerimaan dilihat pada rentang frekuensi 2 GHz – 3 GHz dengan step frequency 100 MHz. Gain dihasilkan dari persamaan (5) dimana nilai P_r dan P_t merupakan hasil dari pengukuran daya penerimaan sinyal dikurangi redaman kabel dan daya pancar.

$$P_r = \frac{G_t G_r \lambda^2}{(4\pi R_a)^2} P_t \quad (5)$$



Gambar 3. 5 Perbandingan gain hasil simulasi desain akhir dan realisasi antenna bumbung gelombang sirkular

Pada Gambar 3.11 dapat dilihat perbandingan hasil simulasi desain akhir dengan realisasi antenna bumbung gelombang sirkular pada rentang frekuensi 2,2 GHz – 3 GHz. Dari hasil simulasi didapatkan *Gain* antenna sebesar 1,9608 pada frekuensi tengah 2,4 GHz. Pada realisasi didapatkan *gain* antenna sebesar 1,6511 pada frekuensi tengah 2,4 GHz.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perancangan dan simulasi antenna yang dilanjutkan dengan implementasi serta pengukuran antenna, didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- Hasil desain akhir antenna bumbung gelombang sirkular pada frekuensi 2,4 GHz untuk aplikasi antenna WiFi memberikan hasil simulasi yang telah memenuhi spesifikasi, antara lain memiliki nilai S_{11} sebesar -15,1920 dB

dan nilai VSWR sebesar 1,4211 pada frekuensi 2,4 GHz. Memiliki bandwidth sebesar 80 MHz pada rentang frekuensi 2,36 GHz – 2,44 GHz dengan frekuensi tengah 2,4 GHz, dan memiliki gain sebesar 1,9608.

- Hasil pengukuran dari antenna yang telah diimplementasikan memenuhi spesifikasi, didapatkan dari nilai S_{11} sebesar -15,3214 dB dan nilai VSWR sebesar 1,4136. Memiliki bandwidth sebesar 90 MHz pada rentang frekuensi 2,35 GHz – 2,44 GHz dengan frekuensi tengah 2,39 GHz, dan memiliki gain sebesar 1,6511.
- Terjadi pergeseran frekuensi tengah pada hasil implementasi sebesar 10 MHz, pada simulasi desain akhir frekuensi tengah sebesar 2,4 GHz, pada implementasi frekuensi tengah sebesar 2,39 GHz.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] MD. Rafi UI Islam. “*Radial Line Slot Array (RLSA) Antenna Design for Point to Point Communication at 5.8 GHz*”. 2007
- [2] D. M Pozar, *Microwave Engineering*, 3rd ed., USA : Jhon Wiley & Sons Inc., 2005.
- [3] Herman Judawisastra, EL-366 Antena dan Propagasi. Bandung, Indonesia : ITB
- [4] K. Chang, *RF and Microwave Wireless System*, USA : Jhon Wiley and Sons, 2000.
- [5] J. D. Kraus, *Antennas*, 2nd ed., New Delhi L: McGraw-Hill Inc., 1988.
- [6] C. A. Balanis, *Antena Theory, Analysis and Design*, 3rd ed., New Jersey : Jhon Wiley & Sons Inc., 2005.
- [7] R. S. Elliot, “*An Improved Design Procedure for Small Arrays*,” *IEEE Trans. On Antennas and Propagat.*, Vol. AP
- [8] Demarest, Kenneth R. : *Handbook of Engineering Electromagnetics : Waveguide and Resonators*, University The of Kansas. 2004