

SIMULASI ANTENA MIKROSTRIP BENTUK SEGITIGA PADA FREKUENSI WLAN

Trycia. A. C. Najohan¹, Alexander Patras¹, Julie C. Rante¹

¹Program Studi Teknik Elektro; Fakultas Teknik

¹Universitas Katolik De La Salle Manado; Kairagi I Kombos Manado, No. Telp(0431)871957
e-mail: *trycianajohan13@gmail.com, ¹apatras@unikadelasalle.ac.id, ¹jrante@unikadelasalle.ac.id

Abstrak—Pada penelitian ini bertujuan untuk membuat desain dan mensimulasikan antena mikrostrip yang bisa digunakan pada jaringan WLAN yaitu 2.4 GHz menggunakan simulasi CST Microwave Studio 2017, menghasilkan parameter-parameter sesuai spesifikasi yang ditentukan dan menganalisis hasil nilai tersebut. Metode yang digunakan yaitu desain dan analisis hasil Desain yang digunakan di one side PCB, bentuk segitiga dan dengan ground di sisi kiri dan kanan patch dan terdapat celah(gap). Ukuran sisi segitiga(a) = 41 mm, lebar feeder(Wfeeder) = 12.4 mm, panjang feeder(Lfeeder) = 31 mm, ground(Gnd)= 20 mm x 25 mm, lebar substrat(Wsubs)= 60 mm, panjang substrat(Lsubs) = 55.8 mm, tinggi(h)= 1.6 mm dan gap gnd ke patch = 3.8 mm diperoleh hasil VSWR= 1.3, return loss= -19.58dB, bandwidth= 1478 MHz, gain= 3.55 dBi, dan impedansi 82 ohm. Penelitian ini akan lebih lengkap dengan adanya perancangan antena mikrostrip secara nyata agar supaya hasil dari simulasi yang dilaksanakan dapat dibandingkan langsung dengan antena yang nyata.

Kata Kunci— Antena Mikrostrip Segitiga, Bandwidth, CST Microwave Studio Suite 2017, Gain, Return Loss

I. PENDAHULUAN

Internet saat ini sudah mulai menjadi kebutuhan pokok bagi masyarakat, pengguna internet di Indonesia tahun 2017 sudah mencapai 143 juta jiwa dari total 262 juta populasi penduduk Indonesia [1]. Hal ini dikarenakan pertukaran informasi yang berada di internet sangat cepat dan mudah untuk diakses.

Ada dua macam cara untuk mengakses internet, yaitu teknologi menggunakan kabel dan teknologi tanpa kabel. Teknologi tanpa kabel yang lebih dikenal dengan teknologi *Wireless Local Area Network* (WLAN) sudah lebih banyak diminati dan digunakan oleh masyarakat pada saat ini. Salah satu alasannya adalah karena teknologi nirkabel memudahkan pengguna dalam segi mobilitas yang membuat pengguna bisa lebih leluasa untuk bergerak tanpa harus diam di satu tempat.

Dalam mengakses internet diperlukan antena pengirim dan penerima. Untuk memperoleh sinyal yang kuat antena harus didesain dengan baik untuk mendapatkan sinyal yang kuat sehingga bisa mengirim dan menerima informasi dengan baik. Fungsi umum dari antena adalah mengirimkan informasi dengan mengolah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik dan mengirimkan gelombang elektromagnetik tersebut melalui udara. Dan sebaliknya, antena juga berfungsi menerima gelombang elektromagnetik dari udara kemudian mengolahnya kembali menjadi sinyal listrik.

Antena memiliki berbagai macam bentuk dan jenis, salah satunya adalah antena mikrostrip. Antena ini memiliki kelebihan yaitu harganya yang relatif murah, bentuk yang kecil dan ringan, dan kemudahan dalam pembuatan di papan rangkaian biasa dikenal dengan *Printed Circuit Board*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Untuk pembuatan mikrostrip antena ini diperlukan kajian-kajian untuk menjadi dasar teori dari penelitian ini, maka dari itu dasar-dasar tersebut diperlukan jurnal-jurnal ilmiah yang berkaitan. Pada penelitian sebelumnya telah dilaksanakan perancangan antena mikrostrip segitiga pada frekuensi *Ultra Wide Band* (UWB) dengan menggunakan *Slit Ridged Ground Plane* [21] dan Perancangan Antena *Parasitic* untuk frekuensi *Wideband* untuk meningkatkan penerimaan antena dari laptop [15].

A. Antena

Dalam sistem komunikasi antena mempunyai fungsi sebagai *transmitter* (pemancar) dan/atau *receiver* (penerima) gelombang elektromagnetik yang merambat dari *transmitter* menuju *receiver* yang jaraknya dapat menyebabkan berkurangnya energi dari gelombang elektromagnetik atau biasa kita sebut dengan terjadinya *loss*, sehingga pada saat gelombang elektromagnetik sampai ke penerima kekuatan sinyal sudah berkurang.

B. Panjang Gelombang

Dalam merancang antena panjang gelombang menjadi salah satu faktor yang penting, definisi dari panjang gelombang sendiri merupakan jarak yang ditempuh selama satu periode waktu (T). Dengan panjang gelombang juga adalah kecepatan cahaya (c) berbanding terbalik dengan frekuensi (f).

$$\lambda = \frac{c}{f} \dots \dots \dots (1)$$

C. Daerah Medan Antena

Daerah dimana terjadi radiasi karakteristik dari gelombang elektromagnetik yang berasal dari pancaran suatu antena dinamakan Daerah Medan Antena. Daerah medan antena dibagi menjadi tiga bagian yaitu daerah medan dekat reaktif, daerah medah dekat radiasi, daerah medan jauh.

D. Pola Radiasi Antena

Pola radiasi adalah penggambaran pancaran energi antena atau intensitas medan listrik yang memiliki fungsi sebagai koordinasi ruang. Pola radiasi antena mempunyai beberapa parameter yang terdiri dari *major lobe* (*main lobe*), *minor lobe*, *side lobe*, *back lobe*, *HPBW* (*Half Power Beam Width*), *FNBW* (*First Null Beam Width*), *FBR* (*Front to Back Ratio*).

E. Parameter Antena

Dalam pembuatan antena terdapat beberapa parameter yang biasanya dipakai dalam menganalisis antena, yakni berupa

Input Impedance, VSWR, Return Loss, Bandwidth, Directivity, dan Gain.

1) Impedansi Masukan (*Input Impedance*)

Impedansi masukan dalam antena merupakan perbandingan antara tegangan listrik dan arus listrik yang berada di terminal antena.

$$Z_A = R_A + jX_A \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

- Z_A = Impedansi pada antena
- R_A = Resistansi pada antena
- X_A = Reaktansi pada antena

2) VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

Gelombang berdiri (*standing wave*) disebabkan oleh pemantulan sinyal yang terjadi karena kondisi tidak *match*, karakteristik ini biasanya juga disebut dengan *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR). Untuk menentukan besarnya VSWR dapat menggunakan persamaan dibawah ini [12]

$$VSWR = \frac{1+|\Gamma|}{1-|\Gamma|} \dots\dots\dots (3)$$

Dari persamaan di atas, untuk menentukan besar VSWR terlebih dahulu harus mengetahui besar dari koefisien pantul (Γ). Untuk persamaan koefisien pantul adalah sebagai berikut:

$$\Gamma = \frac{V_r}{V_i} = \frac{Z_i - Z_0}{Z_i + Z_0} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

- Γ = Koefisien pantul
- V_r = Tegangan gelombang pantul (*volt*)
- V_i = Tegangan gelombang maju (*volt*)
- Z_i = Impedansi beban/antena (*ohm*)
- Z_0 = Impedansi karakteristik saluran (*ohm*)

Besarnya magnitud dan fasa dari pantulan/refleksi dapat terlihat pada Koofisien pantul (Γ) yang memiliki nilai yang kompleks. Untuk beberapa kasus yang sederhana, ketika bagian imajiner dari Γ adalah nol, maka:

- a. $\Gamma = -1$, kondisi ketika *short*/terhubung singkat pada saluran, pantulan negatif maksimum.
- b. $\Gamma = 0$, kondisi ketika saluran tersebut *matched*, tidak ada pantulan.
- c. $\Gamma = 1$, kondisi ketika *open circuit*/ rangkaian terbuka pada saluran. pantulan positif maksimum,

Dari pernyataan di atas, VSWR bernilai 1 adalah yang paling baik dikarenakan tidak ada pantulan/refleksi ketika saluran berada pada kondisi *matched*. Namun kondisi ini dalam praktiknya sulit didapatkan. Sehingga nilai standar dari VSWR untuk fabrikasi antena harus kurang dari atau sama dengan 2 ($VSWR \leq 2$).

3) *Return Loss*

Ketidaksesuaian antara impedansi saluran transmisi dan impedansi masukan beban dapat menyebabkan terjadinya *Return Loss* [5] sehingga daya yang diradiasikan tidak hanya sebagian, sebagiannya lagi dipantulkan kembali. *Return Loss* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$Return Loss = 20 \log (|\Gamma|) \dots\dots\dots (5)$$

Return loss memiliki nilai yang bagus jika nilainya berada dibawah -9.54 dB \approx -10 dB, nilai ini diperoleh untuk menentukan nilai dari VSWR yang tujuan utamanya adalah memastikan saluran transmisi sudah pada kondisi *matched* ($VSWR \leq 2$) dimana nilai gelombang yang dipantulkan kembali tidak lebih besar dibandingkan nilai gelombang yang dikirimkan. Hasil ini dijadikan salah satu acuan dalam menentukan antena apakah sudah sesuai dan bisa beroperasi pada frekuensi yang ditentukan. Hubungan antara parameter VSWR dan *return loss* tersebut ditunjukkan pada persamaan dibawah ini:

$$|\Gamma| = \frac{-VSWR+1}{-VSWR-1} \dots\dots\dots (6)$$

4) *Bandwidth*

Nilai *Bandwidth* dapat ditentukan dengan cara mengurangi frekuensi atas dengan frekuensi bawah menggunakan persamaan berikut ini:

$$BW = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

$$f_c = \frac{f_2 + f_1}{2} \dots\dots\dots (8)$$

Dimana:

- BW = *Bandwidth* (%)
- f_2 = Frekuensi tertinggi (GHz)
- f_1 = Frekuensi terendah (GHz)
- f_c = Frekuensi tengah (GHz)

5) *Keterarahan (Directivity) dan Penguatan (Gain)*

Perbandingan antara intensitas radiasi pada suatu antena yang mengarah pada suatu arah tertentu dengan intensitas rata-rata radiasi di segala arah merupakan definisi dari *Keterarahan* atau *Directivity* dari sebuah antena. Nilai dari *Directivity* bisa didapat dengan persamaan berikut ini:

$$D = \frac{U}{U_0} = \frac{4\pi U}{P_{rad}} \dots\dots\dots (9)$$

Dan jika arah ini tidak ditentukan, maka *directivity* terjadi pada intensitas radiasi maksimum yang bisa ditentukan dengan persamaan berikut:

$$D_{max} = D_0 = \frac{U_{max}}{U_0} = \frac{4\pi U_{max}}{P_{max}} \dots\dots\dots (10)$$

Dimana:

- D = *Keterarahan*
- D_{max} = *Keterarahan Maksimum*
- U = *Intensitas Radiasi*
- U_{max} = *Intensitas Radiasi Maksimum*
- U_0 = *Intensitas Radiasi pada segala arah (isotropic)*
- P_{rad} = *Daya Total Radiasi*

Penguatan atau *Gain* antena berkaitan dengan *directivity*, yaitu merupakan suatu besaran nilai yang menunjukkan adanya penambahan tingkat sinyal dari sinyal masukan menjadi sinyal keluaran. *Gain* bergantung pada keterarahan dan efisiensi (Kurniawan, 2010) Ada dua jenis penguatan atau *Gain* pada suatu antena, yaitu penguatan absolut (*gain absolute*) dan penguatan relatif (*relative gain*).

$$Gain = 4\pi \frac{\text{intensitas radiasi}}{\text{daya input total}} = 4\pi \frac{U(\theta, \phi)}{P_{in}} \dots\dots\dots (11)$$

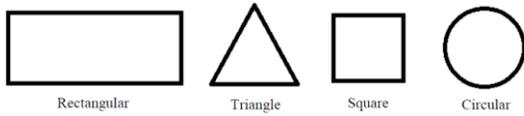
$$G = \frac{4\pi U(\theta, \phi)}{P_{in}(\text{lossless})} \dots\dots\dots (12)$$

F. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip adalah antena kecil dan tipis yang berbentuk menyerupai papan (board) tipis dan dapat bekerja pada frekuensi yang sangat tinggi. Dilihat dari fisiknya antena ini terlihat sangat sederhana dikarenakan antena ini hanya terbuat dari lempengan/pelat semacam *Printed Circuit Board* (PCB).

G. Mikrostrip Patch Antenna

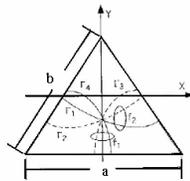
Patch dari suatu antena mikrostrip berbentuk geometri planar dimana biasanya suatu *patch* itu sendiri harus memiliki tiga bagian yaitu bagian peradiasi, *substrate* dielektrik serta bagian *ground*.



Gambar 1 Beberapa Bentuk *Patch* dari pembuatan Antena Mikrostrip [20]

H. Mikrostrip Patch Segitiga

Medan pendistribusian *patch* segitiga pada antena mikrostrip bisa didapat dengan menggunakan *cavity model*, dimana *patch* segitiga dikelilingi oleh medan magnet seperti yang diperlihatkan pada gambar 2



Gambar 2. Distribusi Antena Mikrostrip *Patch* Segitiga [6]

Perhitungan dimensi pada antena mikrostrip berbentuk segitiga secara umum bergantung pada frekuensi operasional (f) dan jenis bahan yang akan digunakan. Nilai konstanta tergantung dari tebal (h) dan permitivitas (ϵ_r) yang digunakan. Semakin kecil nilai permitivitas semakin besar dimensi antenanya. Untuk menentukan dimensi antena segitiga dapat digunakan persamaan dibawah ini:

$$f_r = \frac{2c}{3a\sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots (13)$$

Sehingga untuk panjang sisi bidang segitiga;

$$a = \frac{2c}{3f_r\sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots (14)$$

Panjang sisi efektif dapat diperoleh:

$$a_{eff} = a + h(\epsilon_r)^{0.5} \dots\dots\dots (15)$$

Untuk mencari tinggi dari segitiga:

$$t = 0.5 \times a \times \sqrt{3} \dots\dots\dots (16)$$

Dimana:

- f_r = Frekuensi Resonansi (Hz)
- c = Kecepatan Cahaya = 3×10^8 (m.s)
- a = sisi dari *patch* segitiga (m)
- ϵ_r = karakteristik permitivitas relatif
- h = tebal *substrate* (m)
- t = tinggi dari *patch* segitiga (m)

I. Impedance Matching

Impedance Matching atau kecocokan impedansi merupakan salah satu teknik yang ada yang biasa dipakai untuk menyesuaikan impedansi karakteristik saluran (Z_0) dan impedansi beban (Z_L).

Pengubah $\lambda/4$ adalah suatu teknik untuk mencocokkan impedansi dengan cara memberikan impedansi pada saluran transmisi (Z_T) di antara dua saluran transmisi yang tidak match. Panjang dari saluran pengubah $\lambda/4$ ini adalah sebesar:

$$L = \frac{\lambda g}{4} \dots\dots\dots (17)$$

Dengan λg yang besarnya dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\lambda g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \dots\dots\dots (18)$$

Dengan besar dari ϵ_{reff} bisa didapatkan dengan persamaan berikut:

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{1.23} \right]^{-0.5} \dots\dots (19)$$

Lebar dari saluran pencatu (W) besarnya bisa didapatkan dengan menggunakan persamaan 2.20 di bawah ini.

$$W = \frac{2h}{a} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0.39 \cdot \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right\} (20)$$

Dengan B besarnya dapat dihitung dengan persamaan berikut:

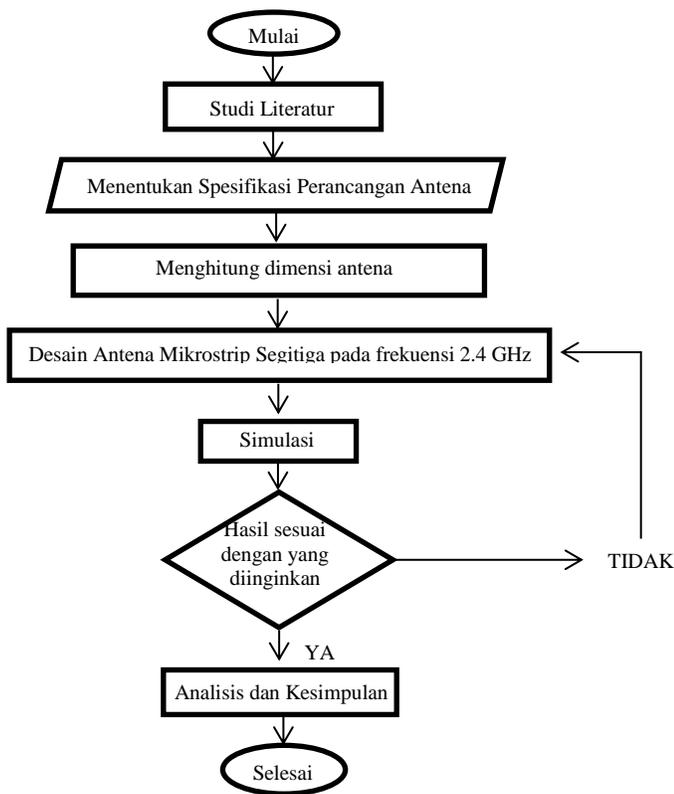
$$B = \frac{377\pi^2}{2Z_0\epsilon_r} \dots\dots\dots (21)$$

Dimana:

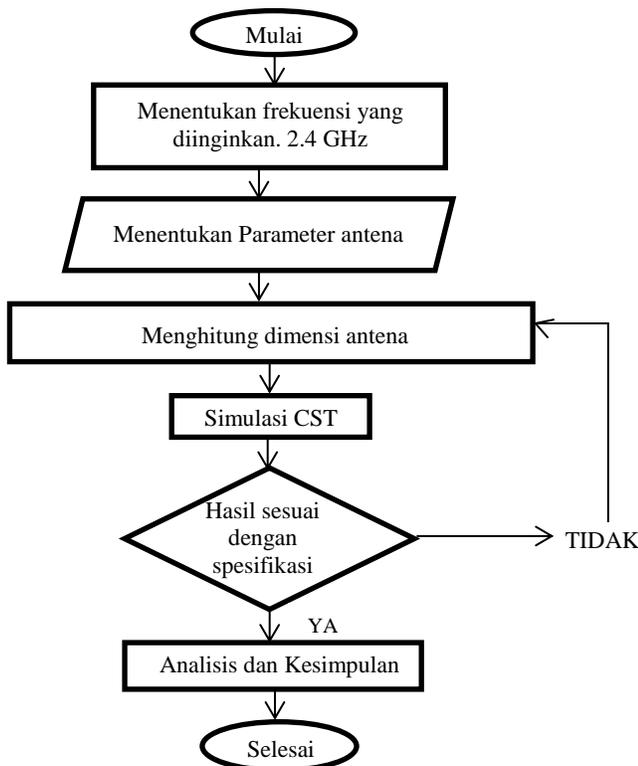
- L = panjang saluran pencatu/ *feeder* (m)
- λg = panjang gelombang pada bahan dielektrik (m)
- λ_0 = panjang gelombang di udara bebas (m)
- ϵ_{reff} = konstanta dielektrik efektif *patch*
- W = lebar saluran pencatu/ *feeder* (m)
- B = besar impedansi dalam saluran (*ohm*)

III. METODE PENELITIAN

Diagram alir ini bertujuan untuk menggambarkan tahap-tahap dalam proses yang dilaksanakan dengan jelas. Terdapat dua diagram alir yaitu diagram alir penelitian dan diagram alir sistem.



Gambar 3. Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram Alir Model Sistem

Penentuan Spesifikasi Awal Perancangan Antena

Spesifikasi awal dalam perancangan antenna ini di tentukan sesuai standar yang bertujuan antenna yang dirancang dapat meradiasikan dengan tepat.

- 1) Antena yang dirancang antenna mikrostrip bentuk segitiga.
- 2) Frekuensi kerja 2.4 GHz adalah frekuensi yang digunakan pada jaringan komunikasi WLAN
- 3) Nilai *Return Loss* ≤ -10 dB.
- 4) Nilai *VSWR* = 1 atau ≤ 2
- 5) Material *substrate* yang digunakan adalah FR-4 yang memiliki permitivitas relatif bahan $(\epsilon_r) = 4$ dan memiliki tebal $(h) = 1,6$ mm
- 6) Impedansi input 50 Ω .
- 7) Memiliki *Bandwidth* yang lebar untuk komunikasi WLAN
- 8) Dimensi sisi (a) dan tinggi (t) dari *patch* didapat dari perhitungan kemudian dirubah untuk memperoleh hasil yang optimal.

Perhitungan Dimensi Antena

Pada tahap ini dimensi antenna dapat ditentukan dengan menggunakan perhitungan manual yang akan menentukan tebal *substrate* (h) , sisi *patch* (a) , tinggi *patch* (t) , lebar *feeder* (W) , dan panjang dari *feeder* (L) . Persamaan yang digunakan untuk menentukan dimensi perancangan antenna mikrostrip segitiga adalah sebagai berikut yaitu:

a. Menentukan tebal *substrate* yang akan digunakan

$$h \leq \frac{0.3 c}{2\pi f \sqrt{\epsilon_r}} \dots\dots\dots (22)$$

$$h \leq \frac{0.3 \times 3 \times 10^8}{2 \times 3.14 \times 2.4 \sqrt{4}}$$

$$h \leq 0.02985669 \text{ m}$$

$$h \leq 29 \text{ mm}$$

Dari hasil perhitungan di atas dengan menggunakan persamaan 22 untuk menghasilkan nilai tebal *substrate* tidak bisa lebih atau sama dengan dari 29 mm.

b. Menentukan sisi dari *patch*

$$a = \frac{2c}{3fr\sqrt{\epsilon_r}}$$

$$a = \frac{2 \times 3 \times 10^8}{3 \times 2.4 \sqrt{4}}$$

$$a = \frac{1}{24} = 0.041667 \text{ m}$$

$$a = 4.1 \text{ cm} = 41 \text{ mm}$$

Dengan menggunakan persamaan 15 di atas maka diperoleh hasil nilai sisi dari *patch* yang akan dipakai adalah 41 mm.

c. Menentukan tinggi dari *patch*

$$t = 0.5 \times 4.1 \text{ cm} \times \sqrt{3}$$

$$t = 3.55 \text{ cm}$$

$$t = 35.5 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan dengan menggunakan persamaan 17 di atas maka diperoleh hasil tinggi dari *patch* segitiga adalah 35.5 mm. Menentukan lebar *feeder*

$$W = \frac{2h}{a} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right\}$$

$$B = \frac{377\pi^2}{2z_0\epsilon_r}$$

$$B = \frac{377 \times 3.14^2}{2 \times 50 \times \sqrt{4}}$$

$$B = \frac{3717.0692}{200}$$

$$= 18.585346$$

$$W = \frac{2 \times 1.6}{4.1} \left\{ 18.5853 - 1 - \ln(2(18.5853) - 1) + \frac{\sqrt{4}-1}{2 \times \sqrt{4}} \left[\ln((18.5853) - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\sqrt{4}} \right] \right\}$$

$$W = \frac{2 \times 1.6}{4.1} \left\{ 18.5853 - 1 - \ln(36.170692) + \frac{4-1}{2 \times 4} \left[\ln(17.5853) + 0.39 - \frac{0.61}{4} \right] \right\}$$

$$W = 0.809756 \{ 17.585 - 3.588249177 + \frac{3}{8} [2.867066 + 0.39 - 0.1525] \}$$

$$W = 0.809756 (13.9970968 + 1.1642122281)$$

$$W = 12.3971592 \text{ cm}$$

$$= 12.4 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan manual menggunakan persamaan 20 dan persamaan 21 diperoleh bahwa lebar *feeder* untuk antena adalah 12.4 mm.

d. Menghitung panjang *feeder*

Untuk nilai panjang dari *feeder* bisa diperoleh menggunakan persamaan 17. Tetapi nilai dari λ terlebih dahulu harus dihitung menggunakan persamaan 18 kemudian nilai ϵ_{reff} diperleh dengan menggunakan persamaan 20 dan setelah itu mencari persamaan nilai λg dengan menggunakan persamaan 19.

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{1.23} \right]^{-0.5}$$

$$\epsilon_{reff} = \frac{4 + 1}{2} + \frac{4 - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W} \right]^{-0.5}$$

$$= 0.9851237144$$

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8}{2.4 \times 10^9} = 0.125$$

$$\lambda g = \frac{\lambda}{\sqrt{\epsilon_{reff}}}$$

$$\lambda g = \frac{0.125}{0.99253399} = 0.12594027$$

$$L = \frac{\lambda g}{4}$$

$$L = \frac{0.12594027}{4}$$

$$= 0.0314850675 \text{ m}$$

$$= 31 \text{ mm}$$

Hasil perhitungan yang diperoleh di atas menyatakan nilai panjang *feeder* yang didapatkan adalah 31 mm.

Simulasi menggunakan Software CST Studio Suite 2017

Tabel 1.
Dimensi Antena yang digunakan pada simulasi.

Simulasi	Dimensi
1	a = 41 mm W _{feeder} = 12.4 mm L _{feeder} = 30.99mm Gnd = 20 mm x 20 mm W _{subs} = 60 mm L _{subs} = 55.75 mm h = 1.6 mm Gap gnd ke patch = 3.8 mm
2	a = 41 mm W _{feeder} = 12.4 mm L _{feeder} = 30.99mm Gnd = 25 mm x 20 mm W _{subs} = 66 mm L _{subs} = 55.75 mm h = 1.6 mm Gap gnd ke patch = 1.8 mm
3	a = 41 mm W _{feeder} = 6 mm L _{feeder} = 29.2 mm Gnd = 20 mm x 25 mm W _{subs} = 50 mm L _{subs} = 59.3 mm H = 1.6 mm Gap gnd ke patch = 2 mm
4	a = 41 mm W _{feeder} = 12.4 mm L _{feeder} = 30.99 mm Gnd = 20 mm x 30 mm W _{subs} = 60 mm L _{subs} = 59.3 mm H = 1.6 mm Gap gnd ke patch = 3.8 mm
5	a = 41 mm W _{feeder} = 12.4 mm L _{feeder} = 31 mm Gnd = 20 mm x 28 mm W _{subs} = 60 mm L _{subs} = 55.8 mm H = 1.6 mm Gap gnd ke patch = 3.8 mm

Simulasi	Dimensi
6	a = 41 mm
	Wfeeder = 12.4 mm
	Lfeeder = 31 mm
	Gnd = 20 mm x 25 mm
	Wsubs = 60 mm
	Lsubs = 55.8 mm
	h = 1.6 mm
Gap gnd ke patch = 3.8 mm	
7	a = 41 mm
	Wfeeder = 12.4 mm
	Lfeeder = 31 mm
	Gnd = 20 mm x 26.9mm
	Wsubs = 60 mm
	Lsubs = 55.8 mm
	h = 1.6 mm
Gap gnd ke patch = 3.8 mm	

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengolahan data menggunakan *software* CST Studio Suite 2017 untuk melakukan simulasi dengan memasukan nilai dimensi antenna perhitungan manual dan nilai dimensi antenna yang digeser sampai mendapatkan hasil yang optimal.

Tabel 2.

Perbandingan antara spesifikasi awal dan hasil simulasi

		Parameter Antena				
		Return Loss (dB)	VSWR	Impedansi (Ω)	Bandwidth (MHz)	Gain (dBi)
Spesifikasi Awal		≤-10	≤2	50	≥500	≥2.5
Hasil Simulasi	1	-9.9	1.93	86	-	3.31
	2	-6.88	2.6	65	-	3.2
	3	-3.3	6	182	-	3.04
	4	-16	1.4	82	1773	3.77
	5	-22	1.16	82	1640	3.7
	6	-19.58	1.3	82	1478	3.55
	7	-29	1.07	82	1582	3.65
		Parameter Antena				
		Return Loss (dB)	VSWR	Impedansi (Ω)	Bandwidth (MHz)	Gain (dBi)
Keterangan	1	S	S	TS	TS	S
	2	TS	TS	TS	TS	S
	3	TS	TS	TS	TS	S
	4	S	S	TS	S	S
	5	S	S	TS	S	S
	6	S	S	TS	S	S
	7	S	S	TS	S	S

*Ket: S = Sesuai Spesifikasi Awal
TS= Tidak Sesuai Spesifikasi Awal

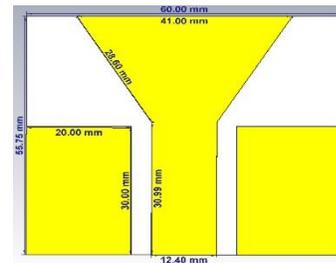
Pada tabel 2. menunjukkan perbandingan antara parameter pada spesifikasi awal dan hasil parameter dari simulasi yang dilaksanakan. Simulasi dilaksanakan dengan 7 (tujuh) ukuran yang berbeda yang ukurannya dapat dilihat pada tabel 1. Tabel 2. terdapat 7 (tujuh) simulasi yang menggunakan ukuran yang berbeda-beda, terdapat 3 (tiga) simulasi yang untuk frekuensi 2.4 GHz tidak memiliki *bandwidth* dan 4 (empat) hasil dari simulasi yang hampir memenuhi semua spesifikasi yang ditetapkan dengan hanya satu parameter yang tidak sesuai yaitu simulasi 4,5,6,7.

Simulasi pertama dilakukan dengan menggunakan ukuran dari hasil perhitungan yang terdapat pada sub bab 4.2 hasil yang didapatkan tidak memiliki *bandwidth* kemudian dioptimalkan dengan merubah ukuran dan menggeser spasi *ground* dengan *patch* juga dengan merubah lebar dan panjang dari *ground*.

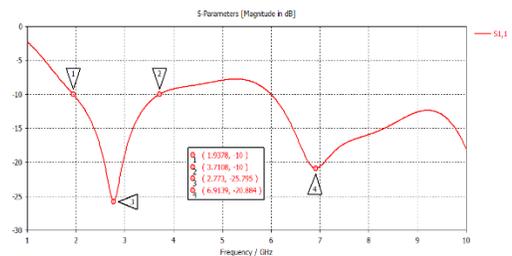
Dengan merubah ukuran dari *ground* dan jarak *ground* ke *patch* sangat mempengaruhi *Return Loss*, *Bandwidth*, *VSWR* pada frekuensi yang diinginkan. Semakin panjang ukuran *ground* mendekati *patch* hasil dari *Gain* semakin tinggi seperti yang dapat kita lihat pada simulasi 4-7. Ukuran *ground* terpanjang pada simulasi 4 (empat) menghasilkan *gain* sampai dengan 3.77 dBi dan ukuran terpendek pada simulasi 3 (tiga) dan 6 (enam) menghasilkan masing-masing 3.04 dBi dan 3.55 dBi.

Ukuran pada simulasi ketujuh menghasilkan *Return Loss* yang tepat dan sangat bagus pada frekuensi 2.4 GHz. Ukuran panjang *ground* yang tepat bisa didapati dengan melihat hasil dari beberapa simulasi sebelumnya dengan membandingkan frekuensi hasil *Return Loss* dan ukuran yang dipakai.

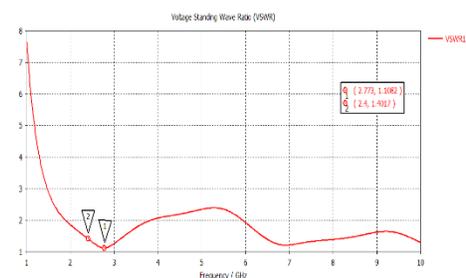
Simulasi Keempat



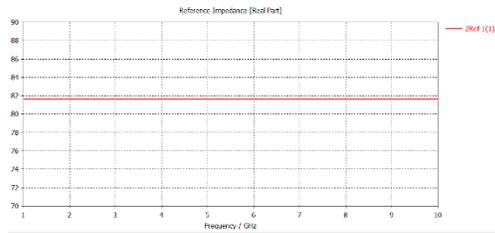
Gambar 5. Desain Keempat



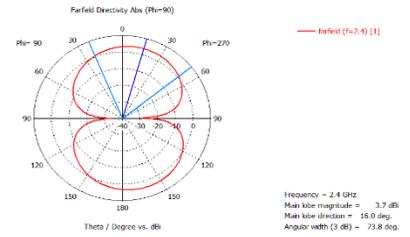
Gambar 6. S-Parameter Keempat



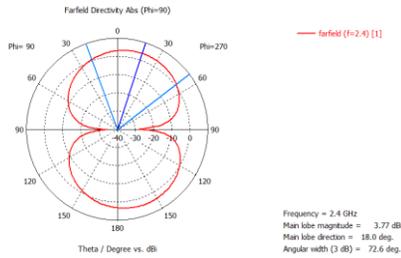
Gambar 7. VSWR Keempat



Gambar 8. Impedansi Keempat

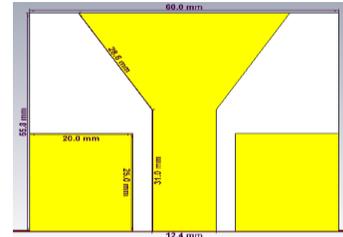


Gambar 14. Pola radiasi Kelima



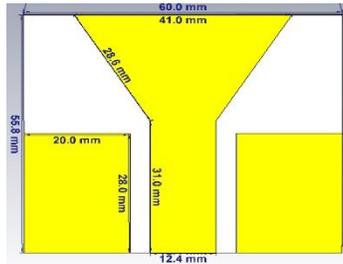
Gambar 9. Pola Radiasi Keempat

Simulasi Keenam

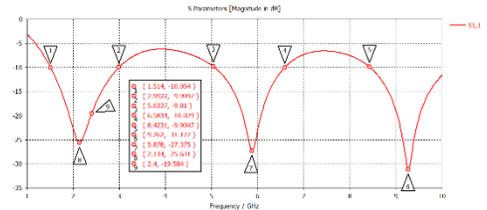


Gambar 15. Desain Keenam

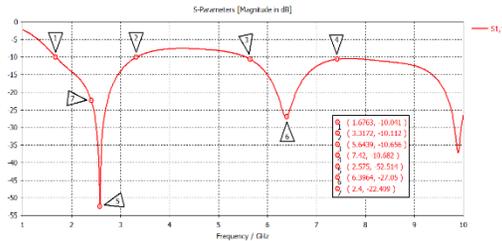
Simulasi Kelima



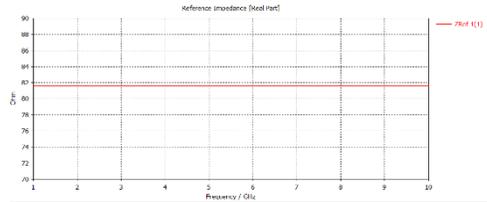
Gambar 10. Desain Kelima



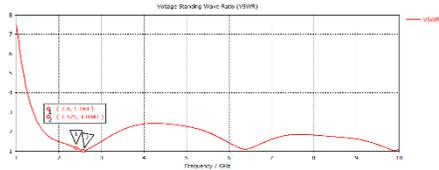
Gambar 16. S-parameter Keenam



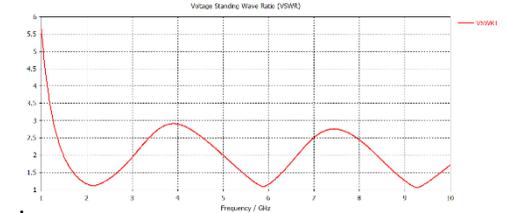
Gambar 11. S-Parameter Kelima



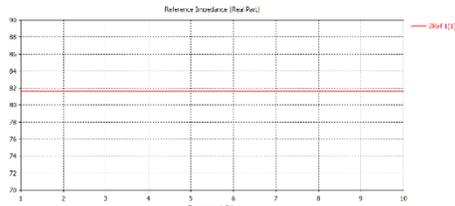
Gambar 17. Impedansi Keenam



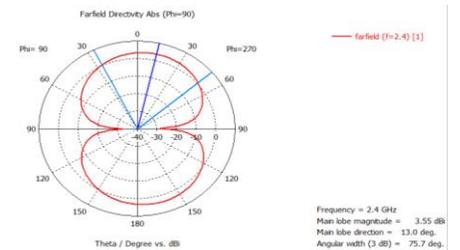
Gambar 12. VSWR Kelima



Gambar 18. VSWR Keenam

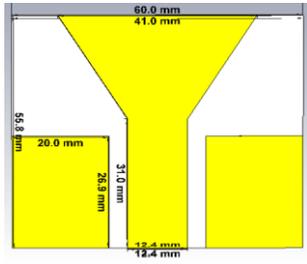


Gambar 13. Impedansi Kelima

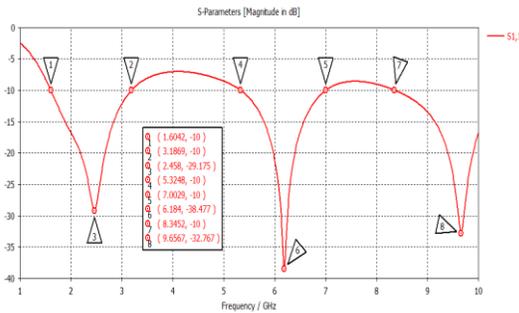


Gambar 19. Pola Radiasi Keenam

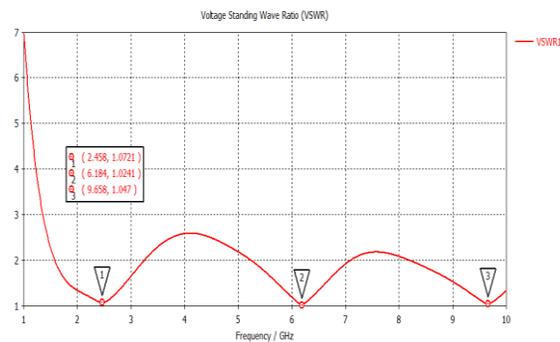
Simulasi Ketujuh



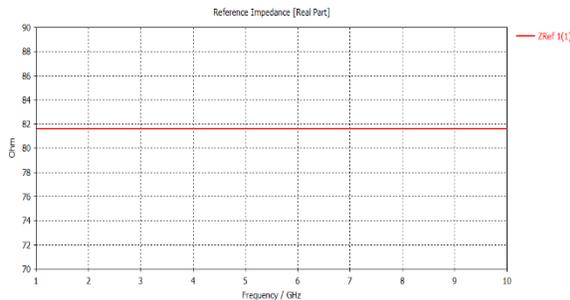
Gambar 20. Desain Ketujuh



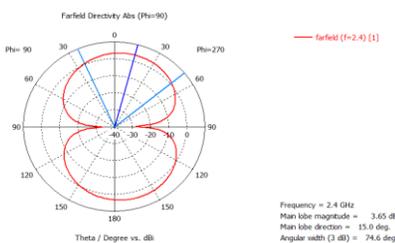
Gambar 21. S-Parameter Ketujuh



Gambar 22. VSWR Ketujuh



Gambar 23. Impedansi Ketujuh



Gambar 24. Pola Radiasi Ketujuh

V.KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan proses penelitian simulasi perancangan antenna mikrostrip segitiga yang dilaksanakan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Bahwa antenna mikrostrip berbentuk segitiga bisa dipakai untuk membuat antenna WLAN untuk frekuensi 2.4 GHz.
2. Simulasi antenna mikrostrip yang paling bagus dalam penelitian ini memiliki hasil sebagai berikut:
 - a. Nilai *Return Loss* ≤ 10 dB, yaitu -29 dB,
 - b. Nilai *VSWR*=1 atau *VSWR* ≤ 2 , yaitu 1.07,
 - c. Memiliki *Bandwidth* yang cukup lebar yaitu 1582 MHz,
 - d. Memiliki *gain* ≥ 2.5 dBi yaitu 3.65 dBi, dan
 - e. Memiliki impedansi yang tidak sesuai yaitu 82 ohm.
3. Dengan merubah ukuran dari *ground* dan jarak *ground* ke *patch* dapat sangat mempengaruhi *Return Loss*, *Bandwidth*, *VSWR* pada frekuensi yang diinginkan.
4. Semakin panjang *ground* mendekati *patch* hasil dari *Gain* semakin tinggi dan semakin baik pola radiasinya.

Saran

- Untuk penelitian selanjutnya,
1. Bisa memakai dua frekuensi WLAN (2.4 GHz dan 5.8GHz) dengan tetap menggunakan antenna mikrostrip segitiga dikarenakan bentuk ini bisa menghasilkan *bandwidth* yang lumayan lebar untuk beberapa *channel*.
 2. Lebih baik untuk merealisasikan perancangan antenna mikrostrip secara nyata agar supaya hasil dari simulasi yang dilaksanakan dapat dibandingkan dengan antenna yang nyata.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Asosiasi Penyelenggara Jasa Internet Indonesia (APJII). (2017). Penetrasi dan Perilaku Pengguna Internet. APJII.
- [2] Azizah. A. (2013). Desain Antena Mikrostrip Triangular Untuk Aplikasi Radar Altimeter. Tesis Pasca Sarjana, Universitas Hasanuddin Makasar, Program Studi Teknik Elektro.
- [3] Balanis, Constantine A. (1982). *Antenna Theory: Analysis and Design*, New York: Harper & Row Publisher Inc.
- [4] Balanis, Constantine A. (2005). *Antenna Theory 3rd edition*. New York: John Wiley & Sons Publisher Inc.
- [5] Cahyo, R. D. (2010). Perancangan Dan Analisis Antena Mikrostrip Array Dengan Frekuensi 850 Mhz Untuk Aplikasi Praktikum Antena. Tugas Akhir, Universitas Diponegoro, Teknik Elektro.
- [6] Darsono, M dan Rahardjo, E. (2007). *Circular Polarised Equilateral Triangular Patch Microstrip Antenna for Quasi-Zenith Satellite*. Proceeding 10th Int QIR 4-6 Dec 2007.
- [7] Devi K. Rama, A. Mallikarjuna Prasad and A. Jhansi Rani. (2012). *Design of A Pentagon Microstrip Antenna for Radar Altimeter Application*. ECE Dept., JNTU College of Engineering.
- [8] Fang, D. G. (2010). *Antenna Theory and Microstrip Antennas*. New York.

- [9] Hajar, I. (2018). Desain Antena Mikrostrip *Patch* Array 28 GHz dengan CST Microwave Studio. Tugas Akhir, Universitas Islam Indonesia, Jurusan Teknik Elektro.
- [10] Howell. J. W. (1975). Microstrip Antennas. IEEE Trans. Antennas Propagat., Vol. AP-23, No. 1, pp. 90–93,
- [11] James, J. R and Hall, P.S. (1989). Handbook of Microstrip Antenna. London: Peter Petergrinus Publisher Ltd.
- [12] Kraus, J. D. (1988). Antennas, 2nd edition. New Delhi: Mc.Graw Hill,
- [13] Kurniawan. D. (2010). Perancangan dan Implementasi Antena Mikrostrip Linier Array 6 Elemen, Universitas Telkom, Fakultas Elektro Dan Komun. IT.
- [14] Nukuhaly I, Bayu Dewangga. (2012). Rancang Bangun dan Analisis Antena Mikrostrip Rectangular *Patch* Dengan Slot Untuk Aplikasi 3G. Makassar : Universitas Muslim Indonesia.
- [15] Patras, M A R. (2016). Wideband Parasitic Antennas Design and Realization to Improve Laptop Antenna Reception. Telkom University, School of Electrical Engineering.
- [16] Pozar D. M. and Schaubert D. H. (1995) *Microstrip Antennas: The Analysis and Design of Microstrip Antennas and Arrays*. New York: John Wiley & Sons.
- [17] Sarfina. E. A, Syahrial, dan Irhamsyah M. (2017). Analisis Perancangan Antena Mikrostrip *Patch* Segitiga Array untuk Aplikasi WLAN 2.4 GHz. KITEKTRO Vol. 2 No. 2. pp 6-14.
- [18] Situmorang. M. Wijanto. H, dan Y. Wahyu. (2015). Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip *Patch* Segitiga MIMO 2x2 pada frekuensi 2.3 GHz untuk Aplikasi LTE. EProceedings Eng., vol. 2, no. 2. pp 25-48.
- [19] Vishwakarma, R, K, Arisari, J A, dan Meshram, M K. (2006). Equilateral triangular microstrip antenna for circular polarization dual-band operation. IJRSP Vol.35 (4) pp.293-296
- [20] Wardhianto, J (2018). Desain Antena dengan Teknologi Ultra Wide Band pada frekuensi 5.6 GHz. Skripsi, Universitas Islam Indonesia, Jurusan Teknik Elektro.
- [21] Wasesa, R D. (2013). Ultra Wideband Planar Triangular *Patch* Antenna with Slit Ridged *Ground plane*. Institut Teknologi Telkom, Fakultas Elektro dan Komunikasi.