

LAPORAN TUGAS BESAR
ANTENA MICROSTRIP SINGLE TRIANGULAR PATCH 12,6 GHz
DENGAN POLARISASI LINEAR



Oleh:

M. Hasyim Abdillah P.	1101191095
Jiwa Sambhuwara	1101194128
Muhammad Aliyu Zikrullah	1101194145
Muhammad Fadhilah Rafii' Ramadhan	1101194286

TT-43-11

FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO
TEKNIK TELEKOMUNIKASI
UNIVERSITAS TELKOM
2022

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Antena mikrostrip saat ini banyak digunakan dalam berbagai aplikasi telekomunikasi. Hal ini dikarenakan antena ini memiliki beberapa keuntungan diantaranya: bentuknya yang praktis, ringan, mudah dalam perencanaan dan pabrikasi. Dalam beberapa aplikasi sangatlah dibutuhkan antena dengan bandwidth yang lebar. Untuk mendukung perkembangan terkini dari komunikasi wireless seringkali membutuhkan suatu karakteristik antena yang mempunyai ukuran kecil, ringan, biaya rendah, proses fabrikasi yang mudah, dan conformal (dapat menyesuaikan dengan tempat dimana antena tersebut diletakkan). Antena mikrostrip merupakan salah satu jenis antena dengan karakteristik yang tepat untuk memenuhi kebutuhan antena tersebut. Akan tetapi jenis antena ini memiliki beberapa kelemahan, diantaranya : gain rendah, keterarahan yang kurang baik, efisiensi rendah, rugi-rugi hambatan pada saluran pencatu, eksitasi gelombang permukaan dan bandwidth rendah.

Salah satu teknik yang digunakan untuk meningkatkan bandwidth adalah dengan teknik pengkopelan. Teknik yang digunakan disini adalah proximity coupling yang terdiri dari dua lapisan substrat, dimana lapisan pertama sebagai peradiator dan lapisan yang kedua berfungsi sebagai saluran catu, dimana gelombang elektromagnetik akan teradiasi dari efek kopling dari kedua elemen. Efek kopling itu dikendalikan oleh lebar patch dan sisipan dari saluran mikrostrip pada bagian bawah dari tepi patch. Peningkatan dari efek kopling dengan mengandalkan lebar patch sangatlah terbatas sehingga kita dapat memodifikasi teknik saluran pencatunya untuk meningkatkan bandwidth. Dengan menggunakan saluran garpu sebagai pencatunya, maka bandwidth diharapkan dapat meningkat dibandingkan dengan pencatu yang berbentuk lurus.

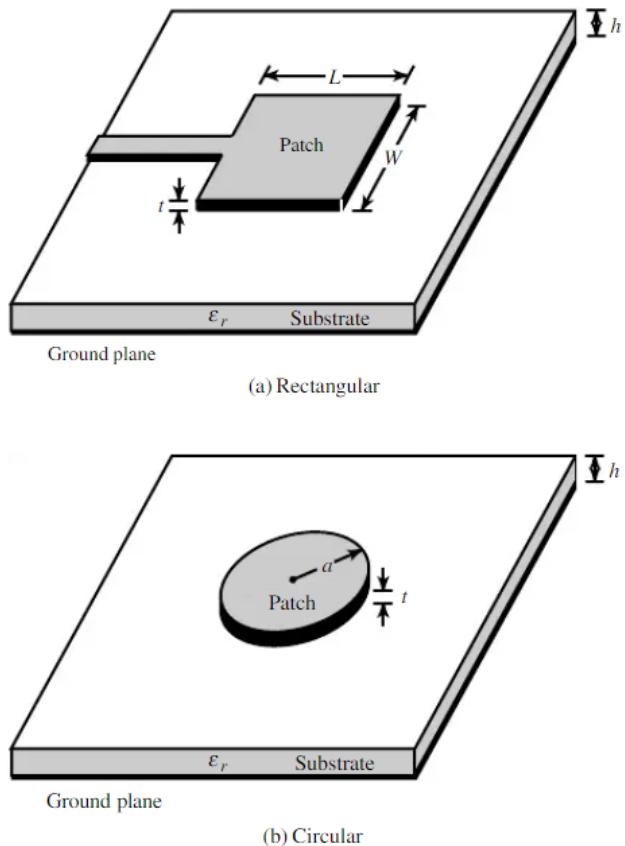
Pada simulasi pembuatan antena kali ini. Kelompok kami akan menggunakan salah satu aplikasi yaitu *CST Studio Suite*. Pada aplikasi ini juga kami melakukan sketsa sampai akhirnya nanti akan menjadi design akhir dari antena mikrostrip. Kami mengambil referensi dari beberapa jurnal, baik itu ukuran antena sampai bentuk antena yang kami kombinasikan sampai akhirnya menjadi antena mikrostrip triangular yang proper dan sesuai dengan parameter yang diberikan oleh dosen.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip sangat populer pada tahun 1970-an terutama untuk aplikasi di luar angkasa. Antena ini terdiri dari logam pada substrat yang diarde. Bagian logam dapat memiliki banyak konfigurasi yang berbeda. Konfigurasi persegi dan lingkaran yang dapat dilihat pada gambar 2.1 adalah konfigurasi yang paling populer karena kemudahan analisis dan fabrikasi.[5]



Gambar 2.1 Konfigurasi antena mikrostrip *patch* persegi dan lingkaran

Antena mikrostrip yang *low profile* sangat cocok untuk permukaan planar dan non planar,sederhana dan murah untuk dibuat menggunakan teknologi sirkuit cetak modern, kuat secara mekanis ketika dipasang pada permukaan yang kaku, kompatibel dengan desain MMIC, dan sangat serbaguna dalam hal frekuensi resonansi, polarisasi, pola , dan impedansi. Antena ini dapat dipasang di permukaan pesawat terbang, pesawat ruang angkasa, satelit, rudal, mobil, dan bahkan telepon genggam genggam.[5]

Antena mikrostrip terdiri dari 3 lapisan, yaitu *conducting patch*, substrat dielektrik, dan *ground plane*. Bagian-bagian tersebut memiliki fungsi yang berbeda.

a. Conducting patch

Berfungsi untuk meradiasikan gelombang elektromagnetik ke udara, terletak paling atas dari keseluruhan sistem antena. Terbuat dari bahan konduktor. Memiliki berbagai macam konfigurasi.

b. Substrat dielektrik

Berfungsi sebagai media penyalur GEM dari catuan. Karakteristik substrat sangat berpengaruh pada besar parameter-parameter antena. Pada antena mikrostrip, semakin tinggi besar pemitivitas relatif, ukuran conducting patch akan semakin kecil dan sebagai akibatnya parameter antena adalah pada bandwith. Penambahan ketebalan substrat akan memperbesar bandwith, tetapi berpengaruh terhadap timbulnya gelombang permukaan(surface wave)

c. Groundplane

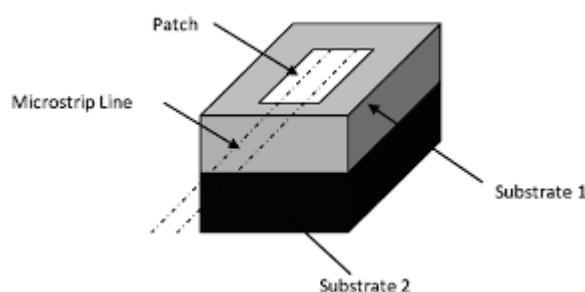
Terbuat dari bahan konduktor yang berfungsi sebagai reflektor dari gelombang elektromagnetik. Bentuk konduktor bisa bermacam-macam tetapi yang pada umumnya digunakan adalah bentuk persegi empat dan lingkaran karena lebih mudah dalam analisis.

2.2 *Proximity Coupling*

Pada Teknik pencatuan ini saluran transmisi diletakkan pada posisi yang lebih rendah dari patch, lebih tepatnya di bawah patch. Teknik ini dapat dilihat pada gambar 2.2. Pendekatan ini digunakan duah buah substrate, dimana patch pada substrate bagian atas dengan bidang pentanahannya dihilangkan seluruhnya dan substrate yang berada pada bagian bawah merupakan saluran transmisinya.

Konfigurasi dari teknik pencatuan ini adalah dengan menggunakan dua lapis substrat. Pada substrat lapis atas terdapat patch peradiasi antena, dan pada substrat lapisan ini tidak terdapat ground. Pada lapisan substrat bawah ini terdapat ground. Dengan menggunakan teknik pencatuan jenis ini maka elemen pencatu dan patch peradiasi akan terkopling secara elektromagnetik.

Parameter-parameter dari kedua lapisan substrat dapat dipilih untuk meningkatkan dari bandwidth antena, dan untuk mengurangi radiasi elemen pencatu. Untuk keperluan ini tebal substrat bagian bawah harus tipis. Dengan meletakkan patch peradiasi diatas dua lapisan substrat maka akan menyebabkan dihasilkannya bandwith yang lebar. Hal ini dikarenakan dengan menggunakan dua lapisan maka ketebalan substrat yang digunakan menjadi lebih tebal.



Gambar 2.2 *proximity coupled feed*

2.3 Parameter Antena Mikrostrip

Untuk dapat melihat kinerja dari antena mikrostrip, maka perlu diamati parameter-parameter pada mikrostrip. Beberapa parameter umum dijelaskan sebagai berikut:

2.3.1 Return Loss (RL)

Return Loss merupakan perbandingan antara tegangan datang atau yang direfleksikan dengan tegangan yang keluar. Perbandingan tersebut dimakan koefisien refleksi tegangan yang dilambangkan dengan Γ_L . Untuk koefisien refleksi dapat juga dinyatakan dengan persamaan 1 :

$$\Gamma_L = \frac{V(X) \text{ Pantul}}{V(X) \text{ Terima}} = \frac{V-}{V+} \quad (1)$$

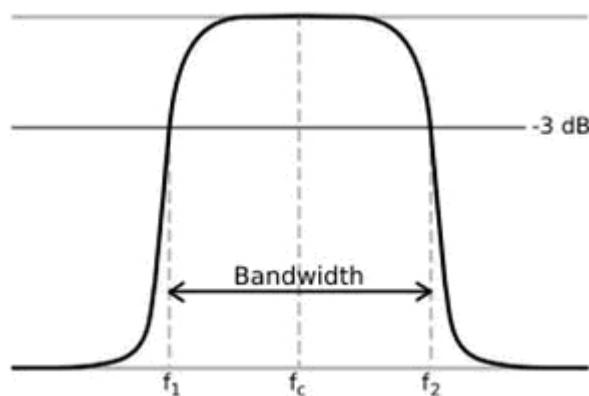
2.3.2 VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)

VSWR adalah perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri (standing wave) maksimum dengan minimum. Pada saluran transmisi ada dua komponen gelombang tegangan, yaitu tegangan yang dikirimkan dan tegangan yang direfleksikan. Perbandingan antara tegangan yang direfleksikan dengan tegangan yang dikirimkan tersebut sebagai koefisien refleksi tegangan (Γ)

$$VSWR = \frac{V_{MAX}}{V_{MIN}} = \frac{1 + |\Gamma|}{1 - |\Gamma|} \quad (2)$$

2.3.3 Bandwidth

Bandwidth suatu antena didefinisikan sebagai rentang frekuensi dimana yang berhubungan dengan beberapa karakteristik (seperti impedansi masukan, pola radiasi, *beamwidth*, polarisasi, *gain*, efisiensi, VSWR, *return loss*, *axial ratio*) memenuhi spesifikasi standar. Dengan melihat gambar 2.3 bandwidth dapat dicari dengan menggunakan rumus berikut ini



Gambar 2.3 Jarak frekuensi yang menjadi *bandwidth*

$$B = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \quad (3)$$

Dimana f_2 adalah frekuensi tertinggi, f_1 adalah frekuensi terendah, dan f_c adalah frekuensi tengah.

Ada beberapa jenis bandwith diantaranya:

- Impedance bandwith*, yaitu rentang frekuensi dimana patch antena berada pada keadaan matching dengan saluran pencatu. Hal ini terjadi karena impedansi dari elemen antena bervariasi nilainya tergantung dari nilai frekuensi. Nilai matching ini dapat dilihat dari return loss dan VSWR. Nilai return loss dan VSWR yang masih dianggap baik adalah kurang dari -9.54 dB dan 2.
- Pattern bandwith*, yaitu rentang frekuensi dimana *beamwidth*, *gain* yang bervariasi menurut frekuensi memenuhi nilai tertentu. Nilai tersebut harus ditentukan pada awal perancangan antena agar nilai bandwith dapat dicari.
- Polarization* atau *axial ratio*, yaitu rentang frekuensi dimana polarisasi(linier atau melingkar) masih terjadi. Nilai *axial ratio* untuk polarisasi melingkar adalah kurang dari 3dB

2.3.4 Input Impedance

Sebuah impedansi yang masuk ke terminal antena yang dikondisikan dalam keadaan seimbang dengan impedansi karakteristik dari saluran transmisi. Input impedansi dinyatakan dalam persamaan:

$$Z_{in} = Z_o \frac{1+\Gamma}{1-\Gamma} \quad (4)$$

Dimana Z_{in} adalah input impedansi terminal (Ohm), Z_o adalah impedansi karakteristik dari antena (Ohm), dan Γ adalah refleksi.

2.3.5 Pola Radiasi

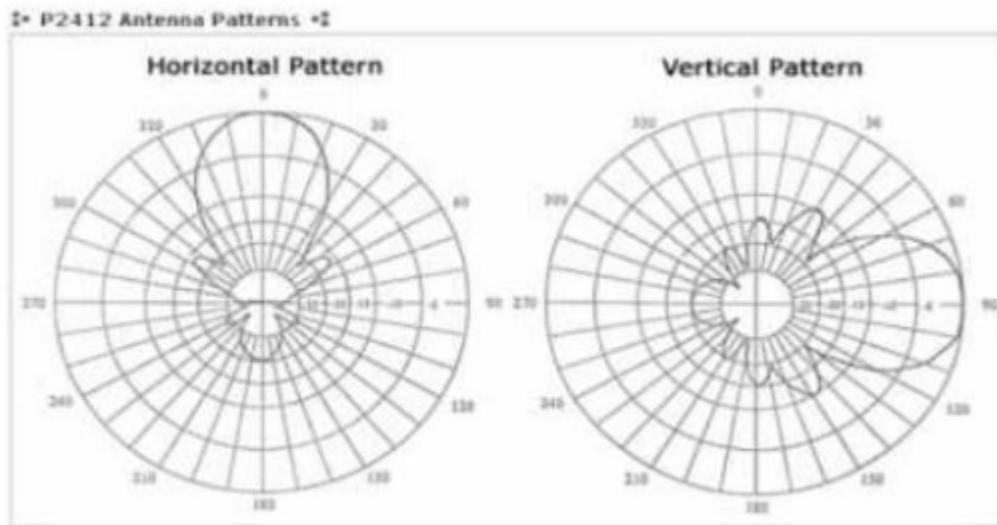
Pola radiasi adalah representasi grafis sifat - sifat pemancaran antena sebagai fungsi dari koordinat ruang. Dengan menggunakan model slot peradiasi di atas, maka berlaku persamaan medan elektrik:

$$\mathbf{E} = E_x \bar{x} \quad \text{untuk } |\bar{x}| \leq \frac{n}{2} \quad (5)$$

Pola radiasi di daerah dekat antena tidaklah sama seperti pola radiasi jarak jauh. Istilah medan dekat merujuk pada pola medan yang berada dekat antena, sedangkan istilah medan jauh merujuk pada pola medan yang berada di jarak jauh.

2.3.5.1 Pola Radiasi Antena *Unidirectional*

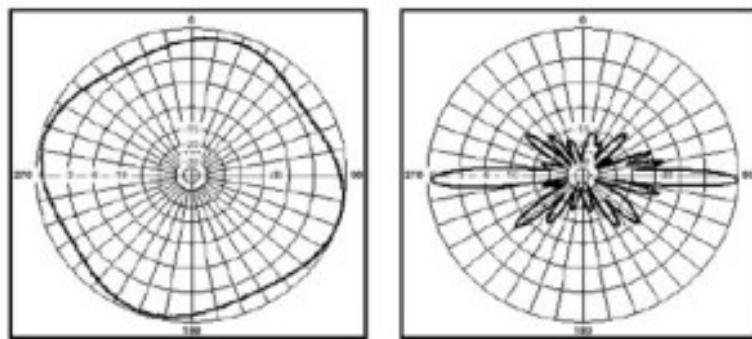
Antena ini memiliki pola radiasi yang terarah dan dapat menjangkau jarak yang relatif. Gambar 2.4 merupakan gambaran secara umum bentuk pancaran yang dihasilkan oleh antena *unidirectional*.



Gambar 2.4 Bentuk pola radiasi *unidirectional*

2.3.5.2 Pola Radiasi Antena *Omnidirectional*

Antena Omnidirectional mempunyai pola radiasi yang digambarkan seperti bentuk kue donat dengan pusat berimpit. Antena Omnidirectional pada umumnya mempunyai pola radiasi 360° jika dilihat pada bidang medan magnetnya. Gambar 2.5 merupakan gambaran secara umum bentuk pancaran yang dihasilkan oleh Antena Omnidirectional.



Gambar 2.5 Bentuk pola radiasi *omnidirectional*

2.3.6 Gain

Gain adalah perbandingan antara rapat daya persatuan unit antena terhadap rapat daya antena referensi dalam arah dan daya masukan yang sama. Gain suatu antena berlainan dengan gain kutub empat, gain diperhatikan daya masukan ke terminal antena. Gain didapat dengan menggunakan persamaan:

$$G = \eta \times D \quad (6)$$

Ada 2 jenis parameter penguatan yaitu *absolute gain* dan *relative gain*. *Absolute gain* pada sebuah antena didefinisikan sebagai perbandingan antara intensitas pada arah tertentu dengan intensitas radiasi yang diperoleh jika daya yang diterima oleh antena teradiasi secara isotropik. Sedangkan *relative gain* adalah perbandingan antara perolehan daya pada sebuah arah dengan perolehan daya pada antena referensi pada arah yang direferensikan juga.

BAB 3

DESAIN DAN ANALISIS

Desain antena yang akan diaplikasikan untuk tugas besar ini merupakan antenna microstrip dengan triangular patch. Antena ini menggunakan teknik pencatuan proximity coupled feed line. Proximity coupling merupakan teknik pencatuan yang memiliki keunggulan pada bandwidth yang dihasilkan paling besar dan radiasi tambahan (spurious radiation) yang kecil. Teknik ini sangat sulit difabrikasi. Dengan mengatur parameter panjang dari feeding stub dan rasio width-to-line dari patch dapat mengoptimalkan desain.

Sebelum mendesain antena pada software perlu dilakukan perhitungan awal terlebih dahulu untuk menentukan dimensi awal dari antena yang akan dibuat. Berikut ini merupakan parameter antena yang akan digunakan untuk dapat menghitung dimensi dari antena yang akan dibuat:

No.	Spesifikasi	Nilai
1.	Kecepatan cahaya (c)	$3 \times 10^8 \text{ m/s}$
2.	Frekuensi tengah (F_r)	12,65 GHz
3.	Konstanta dielektrik (ϵ_r)	4,3
4.	Bandwidth	100 MHz
5.	Gain	3 dBi
6.	Polarisasi	Linear
7.	Bentuk patch	Single triangular
8.	Substrat	FR-4
9.	Feeding method	Proximity coupled
10.	Impedansi (Z_0)	50Ω
11.	Tebal substrat (h_s)	1,6 mm
12.	Tebal tembaga (h_p)	0,035 mm
13.	Return loss	$< 10 \text{ dB}$
14.	VSWR	$1 < VSWR \leq 2$
15.	Gain	$\geq 3 \text{ dBi}$

Dengan memperhatikan spesifikasi antena pada tabel di atas kemudian dilakukan perhitungan untuk menentukan dimensi antena sebagai berikut:

- Triangular patch

Ukuran alas triangular patch:

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

$$a = 7,624 \text{ mm}$$

Tinggi triangular patch:

$$t = \sqrt{a^2 - (a/2)^2} = 6,603 \text{ mm}$$

- Substrat

Lebar substrat (panjang pada arah horizontal x):

$$x_s = a + 6h_s = 7,624 + 6.1,6 = 17,224 \text{ mm}$$

Panjang substrat (panjang pada arah vertikal y):

$$y_s = t + 6h_s = 6,603 + 6.1,6 = 16,203 \text{ mm}$$

- Feeder/Saluran mikrostrip

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} = 5,711$$

Lebar feeder:

$$W_f = \frac{2h_s}{\pi} (B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} [\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r}])$$

$$W_f = 3,114 \text{ mm}$$

Panjang feeder:

$$L_f = \frac{\lambda_g}{4}$$

Persamaan di atas tidak dapat digunakan karena persamaan tersebut hanya dapat digunakan untuk antena microstrip dengan teknik pencatuan microstrip feed line, sedangkan yang digunakan di sini adalah teknik pencatuan proximity coupled. Oleh karena itu panjang feeder yang akan digunakan tidak akan menggunakan rumus yang pasti. Nilai dari panjang feeder akan terus disesuaikan ketika dilakukan optimasi. Sebagai awalan, berikut panjang feeder yang akan digunakan:

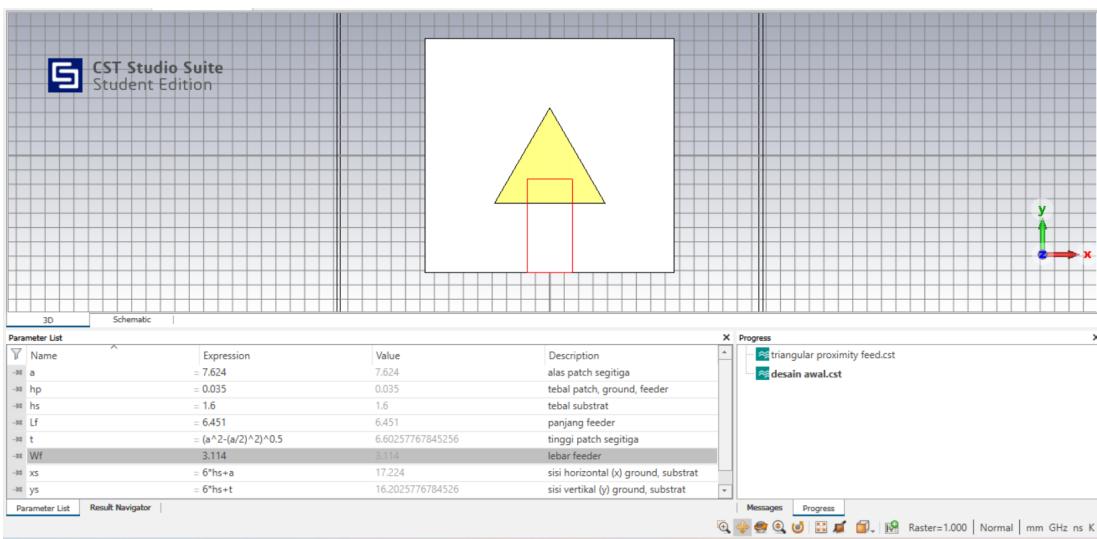
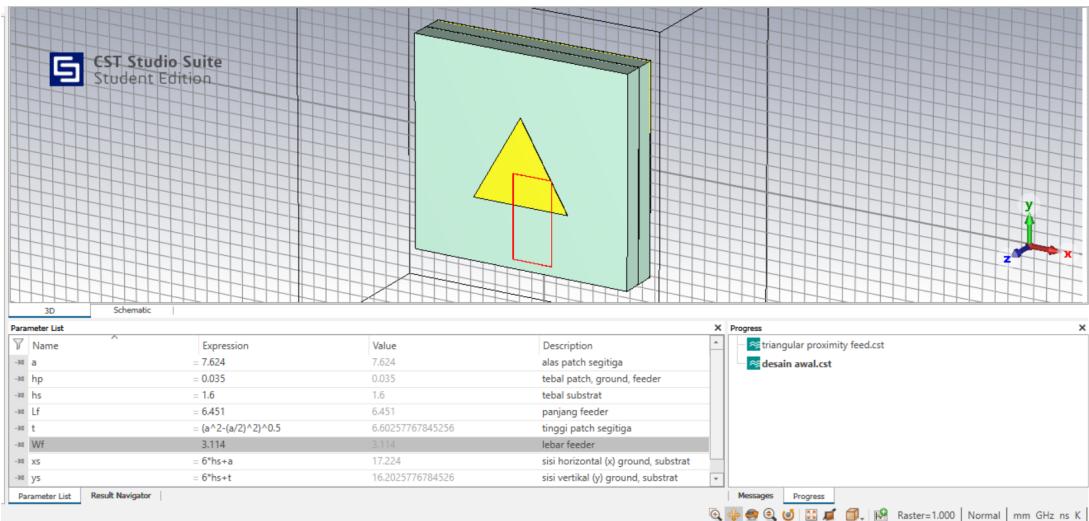
$$L_f = 6,451 \text{ mm}$$

Untuk lebar feeder yang digunakan juga akan ada kemungkinan berubah saat dilakukannya proses optimasi, sehingga persamaan lebar feeder juga tidak menjadi acuan pasti.

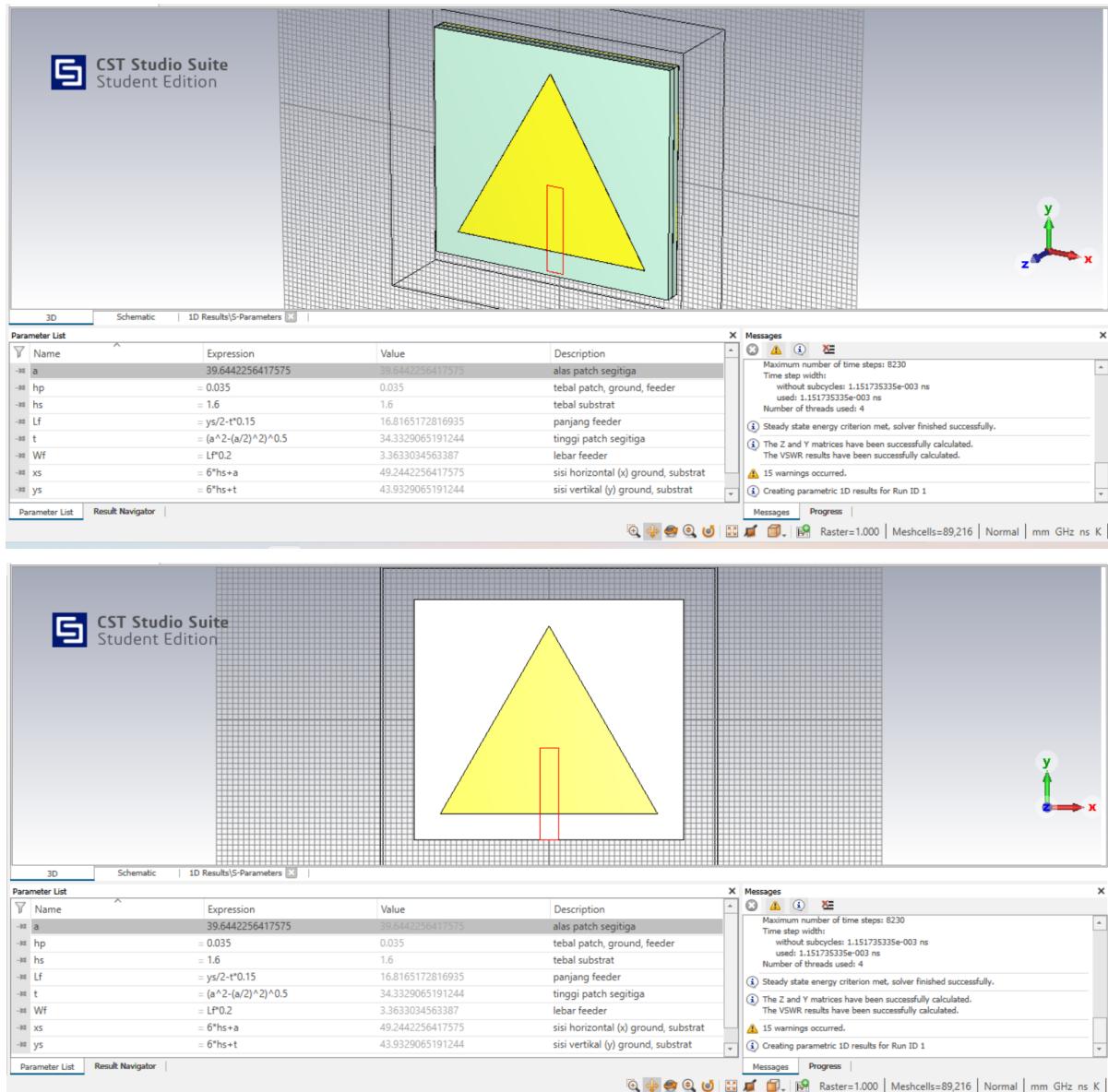
Setelah dilakukan perhitungan didapatlah dimensi awal antena pada tabel di bawah ini:

No.	Komponen	Nilai (mm)
1.	Lebar patch (a)	7,624
2.	Panjang patch (t)	6,603
3.	Lebar feeder (W_f)	3,114
4.	Panjang feeder (L_f)	6,451
5.	Lebar substrat (x_s)	17,224
6.	Panjang substrat (y_s)	16,203
7.	Tebal tembaga (h_p)	0,035
8.	Tebal substrat (h_s)	1,6

Berikut desain awal dari antena:



Tahap selanjutnya adalah melakukan simulasi terhadap desain awal untuk mendapatkan parameter-parameter yang diperlukan untuk menentukan apakah rancangan antena yang ingin dibuat dapat bekerja optimal. Dari hasil simulasi yang telah dilakukan, didapatkan antena belum memenuhi syarat. Dikarenakan antena belum optimal, tahap selanjutnya adalah optimasi antena. Setelah melakukan optimasi antena didapatkan dimensi serta parameter antena sebagai berikut:



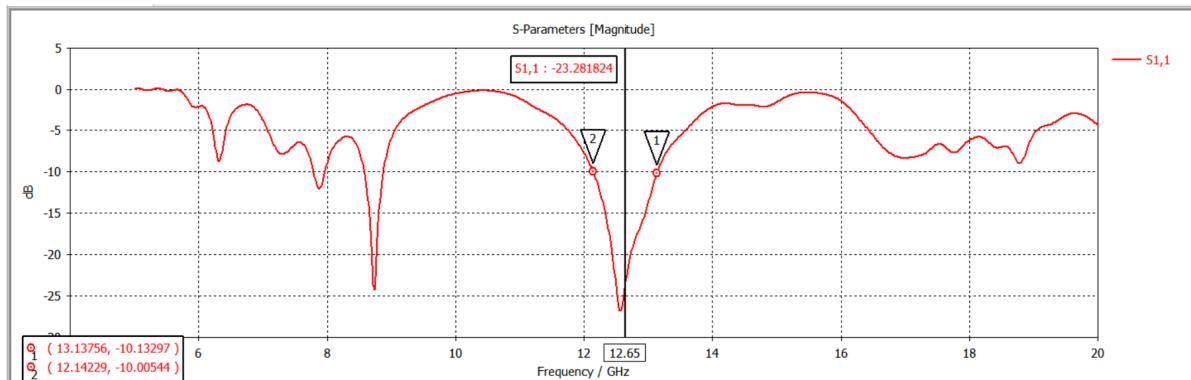
Berikut merupakan dimensi akhir antena setelah dilakukan optimasi:

No.	Komponen	Nilai (mm)
1.	Lebar patch (a)	39,664
2.	Panjang patch (t)	34,333
3.	Lebar feeder (W_f)	3,363

4.	Panjang feeder (L_f)	16,817
5.	Lebar substrat (x_s)	49,244
6.	Panjang substrat (y_s)	43,933
7.	Tebal tembaga (h_p)	0,035
8.	Tebal substrat (h_s)	1,6

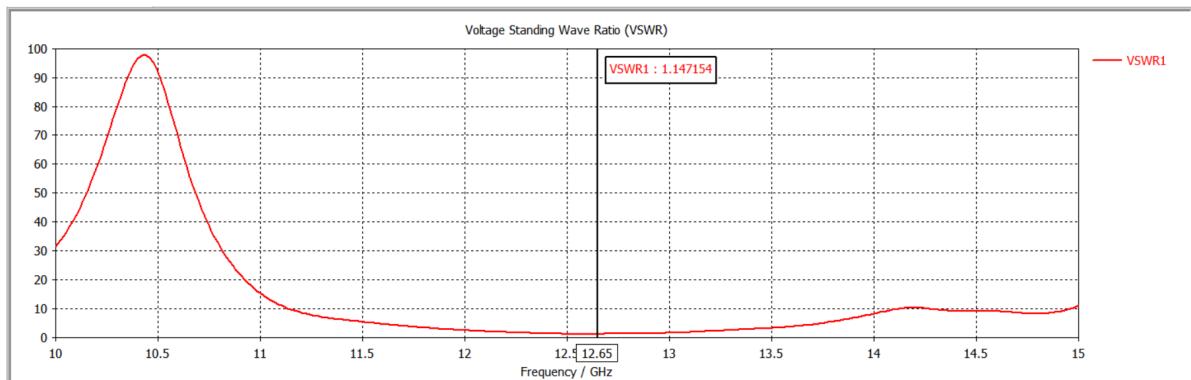
a. Return Loss

Return loss yang diperoleh setelah optimasi yaitu -23,281824 dB. Nilai return loss yang baik adalah di bawah -10 dB, sehingga gelombang yang dipantulkan tidak besar dibandingkan dengan gelombang yang dikirimkan. Antena sudah dalam keadaan matching dikarenakan nilai Return Loss sudah memenuhi syarat.



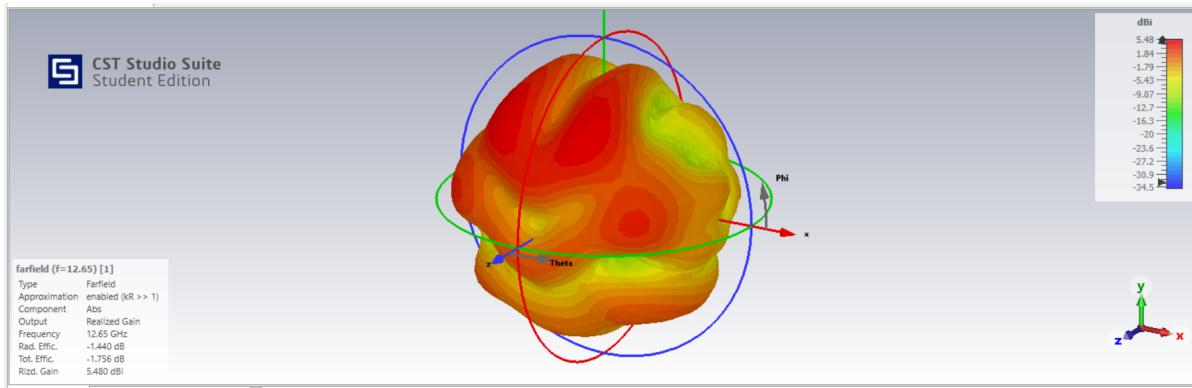
b. VSWR

VSWR yang didapatkan setelah optimasi sebesar 1,147154. VSWR yang didapat sudah memenuhi syarat, karena rentang nilai VSWR yang bagus yaitu antara 1 hingga 2.



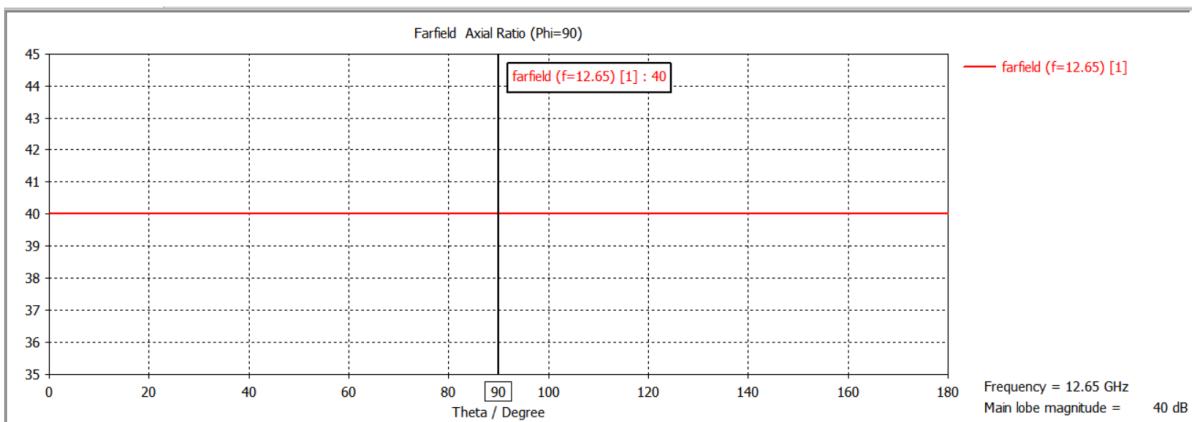
c. Gain dan Pola Radiasi

Nilai gain yang diperoleh setelah optimasi yaitu sebesar 5.480 dBi. Serta pola radiasi dari antena adalah Omnidirectional, karena pancaran dominan ke banyak arah.



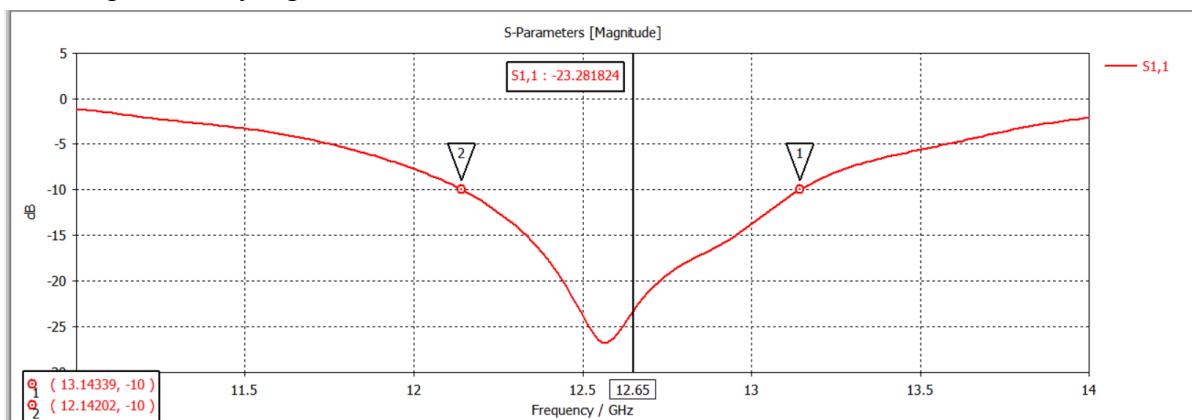
d. Polarisasi

Jenis polarisasi dari antena adalah linear karena axial ratio bernilai 40 dB. Polarisasi suatu antena dikatakan linear jika nilai axial ratio lebih dari 10 dB sehingga antena yang dibuat sudah sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan.



e. Bandwidth

Pada spesifikasi yang ditentukan, yaitu bandwidth sebesar 100 MHz. Cara menentukan nilai bandwidth antena adalah mencari rentang frekuensi operasi antena dengan nilai return loss yang dihasilkan kurang dari -10 dB. Bandwidth yang dihasilkan setelah optimasi yaitu 1001 MHz. Sehingga desain antena memenuhi spesifikasi yang ditentukan.



DAFTAR PUSTAKA

- 1 Sotyohadi, Riken Afandi, Dony Rachmad Hadi. (2018). *Design and Bandwidth Optimization on Triangle Patch Microstrip Antenna for WLAN 2.4 GHz.*
- 2 Fardhina Amalia, Aloysius Adya Pramudita, Trasma Yunita. (2020). *ANTENA SUSUNAN MIKROSTRIP DIPOLE SIRKULAR UNTUK PENGATURAN FOOTPRINT ANTENNA GROUND PENETRATING RADAR (GPR).*
- 3 Siddiqui, Jawad Y. & Guha, Debatosh. (2007). *Applications of Triangular Microstrip Patch: Circuit Elements to Modern Wireless Antennas.*
- 4 Nurfitriani, Dharu Arseno, S.T, M.T, Dr. Ir. Yuyu Wahyu, M.T. (2018). *PENGARUH DIMENSI FEEDER TERHADAP ANTENA MIKROSTRIP PATCH PERSEGI UNTUK DBS KU-BAND.*
- 5 Balanis, Constantine A. 2005. *ANTENNA THEORY ANALYSIS AND DESIGN* THIRD EDITION. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.