

## III.2. Simulasi

### III.2.1. Simulasi Antena Mikrostrip 1 Patch menggunakan CST Studio Suite

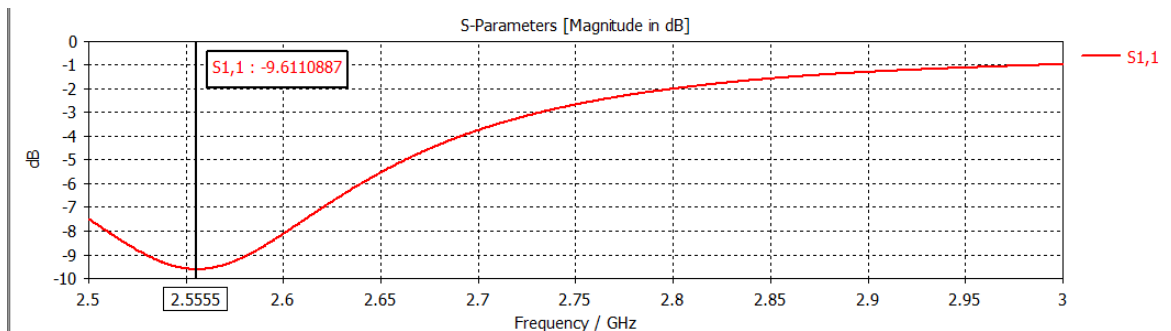
Setelah melakukan perhitungan untuk dimensi antena menggunakan perumusan, maka selanjutnya dilakukan proses simulasi. *Software* yang digunakan untuk simulasi antena ini adalah *CST Studio Suite*. Saat simulasi pertama dilakukan dengan menginputkan nilai dimensi yang didapatkan dari proses perhitungan. Namun, jika hasil simulasi tidak sesuai dengan spesifikasi yang dirancang maka akan dilakukan optimasi dengan mengubah dimensi - dimensi tertentu pada antena hingga mendapatkan hasil yang paling optimal.

### III.2.2. Perancangan Antena Mikrostrip 1 Patch Sesuai Perhitungan

Pada saat simulasi pertama dilakukan dengan menginputkan dimensi – dimensi antena mikrostrip sesuai pada perhitungan. Selanjutnya dilakukan optimasi hingga mendapatkan spesifikasi yang telah ditentukan.

#### 1. Hasil Simulasi *Return Loss* dan *Bandwidth* Antena Mikrostrip 1 Patch Sesuai Perhitungan

Berikut adalah hasil *return loss* dan *bandwidth* dari simulasi yang telah dilakukan:

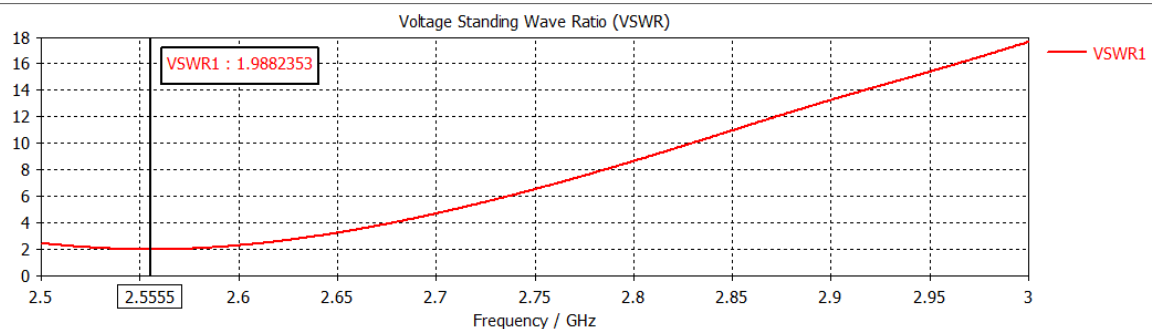


Gambar 3.5 Grafik *Return Loss* Antena Mikrostrip 1 Patch Sesuai Perhitungan

Pada Gambar 3.5 menunjukkan nilai *return loss* dan *bandwidth* yang didapatkan dari hasil simulasi dengan dimensi sesuai perhitungan. Dapat dilihat bahwa antena mikrostrip memiliki *return loss* 9,611 dB pada frekuensi 2,555 GHz. Hasil tersebut menunjukkan hasil yang tidak optimal karena tidak

memiliki frekuensi tengah yang sesuai, yaitu pada 2,655 GHz dan memiliki *return loss* dan *bandwidth* yang buruk karena tidak memenuhi syarat  $< 10$  dB. Oleh karena itu dibutuhkan optimasi dimensi – dimensi antenna agar mendapatkan parameter yang sesuai dan mendapatkan hasil yang optimal.

## 2. Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip 1 Patch Sesuai Perhitungan



Gambar 3.6 Grafik VSWR Antena Mikrostrip 1 Patch Sesuai Perhitungan

Nilai VSWR dari hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 3.6. Didapatkan nilai VSWR 1,988 pada frekuensi 2,555 GHz. Dikarenakan hasil yang didapatkan tidak sesuai spesifikasi yang ditentukan, maka akan dilanjutkan dengan melakukan optimasi hingga mendapatkan hasil yang optimal

### III.2.3. Optimasi Perancangan Antena Mikrostrip 1 Patch

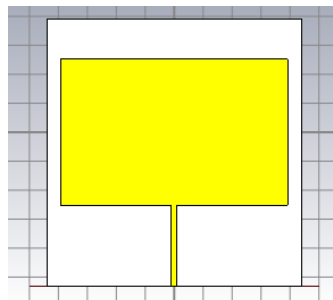
Proses optimasi dilakukan dengan mengubah dimensi – dimensi pada antenna mikrostrip. Dengan melakukan optimasi maka dapat diketahui pula pengaruh dari masing – masing dimensi pada antenna mikrostrip. Tabel 3.2. menunjukkan hasil dari beberapa optimasi saat simulasi.

Tabel 3.2. Optimasi Perancangan Antena Mikrostrip 1 Patch

Dimensi/ Parameter	Perhitungan	Simulasi ke-					
		1	2	3	4	5	6
W	34,38	34,38	34,38	34,38	34,38	36	39,2
L	26,5556	25,39	25,39	25,39	25,39	25,3	25,15

$W_f$	3,0592	1,6	1	1	1	1	1
$L_f$	9,3445	16	10	17	14	14	14
$W_g$	43,98	43,98	43,98	43,98	43,98	43,98	43,98
$L_g$	45,5001	41,39	35,39	42,39	39,39	39,3	39,15
$f_c$ (GHz)	2,555	2,655	2,644	2,649	2,649	2,651	2,655
RL (dB)	9,611	15,201	24,716	21,45	23,57	31,96	25,7847
VSWR	1,988	1,420	1,123	1,18	1,14	1,031	1,1083
Gain (dB)	1,876	2,47	2,509	2,603	2,675	2,796	3,010

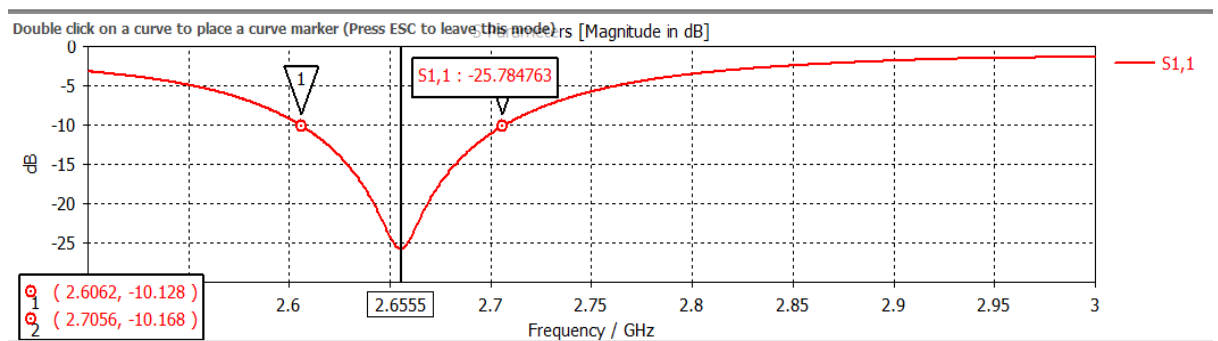
Tabel di atas menunjukkan hasil dari beberapa simulasi yang di optimasi. Dapat dilihat bahwa masing-masing dimensi memiliki pengaruh terhadap hasil parameter sebuah antenna. Dari hasil tersebut diambil hasil yang paling optimal, yaitu pada simulasi ke-6 seperti pada Gambar 3.7 di bawah ini dan berikut hasil dari simulasi tersebut:



Gambar 3.7 Bentuk Patch Antena Mikrostrip

### 1. Hasil Simulasi *Return Loss* dan *Bandwidth* Antena Mikrostrip 1 Patch Setelah Optimasi

Berikut nilai *return loss* dan *bandwidth* dari hasil yang didapatkan setelah optimasi:



Gambar 3.8 Grafik Return Loss dan Bandwidth Antena Mikrostrip 1 Patch

Gambar 3.8. di atas menunjukkan hasil simulasi setelah dilakukan optimasi dengan memiliki nilai *return loss* 25,78476 dB dan bekerja pada frekuensi 2,6555 GHz. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai *return loss* sudah memenuhi spesifikasi  $\geq 10$  dB. Sedangkan nilai *bandwidth* dapat dihitung seperti di bawah ini:

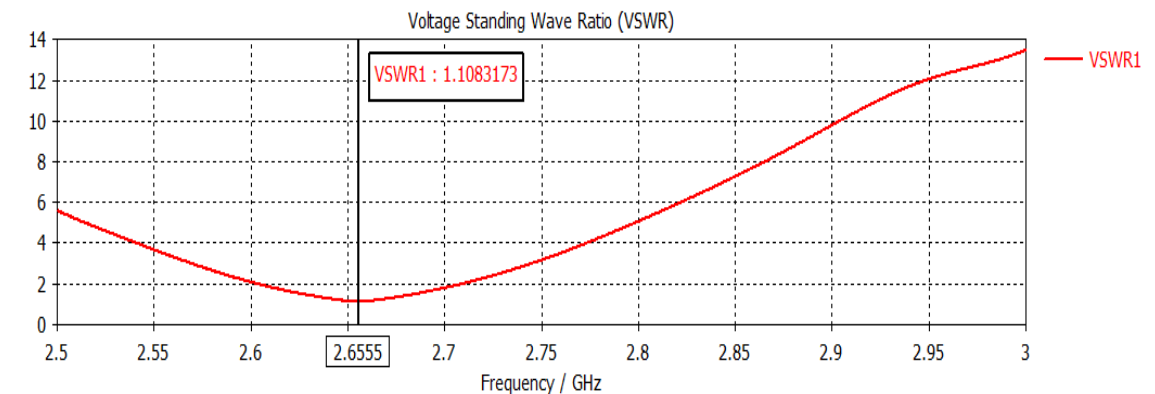
$$Bw = f_2 - f_1$$

$$Bw = 2705,6 - 2606,2$$

$$Bw = 99,4 \text{ MHz}$$

Dilihat dari perhitungan di atas, nilai *bandwidth* sudah memenuhi spesifikasi, yaitu  $> 70$  MHz

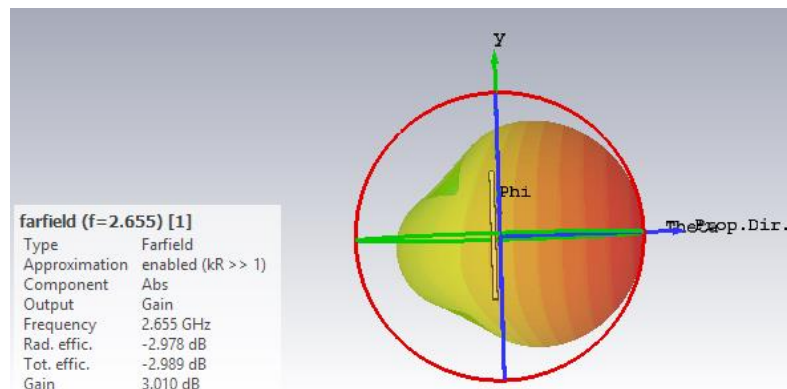
## 2. Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip 1 Patch Setelah Optimasi



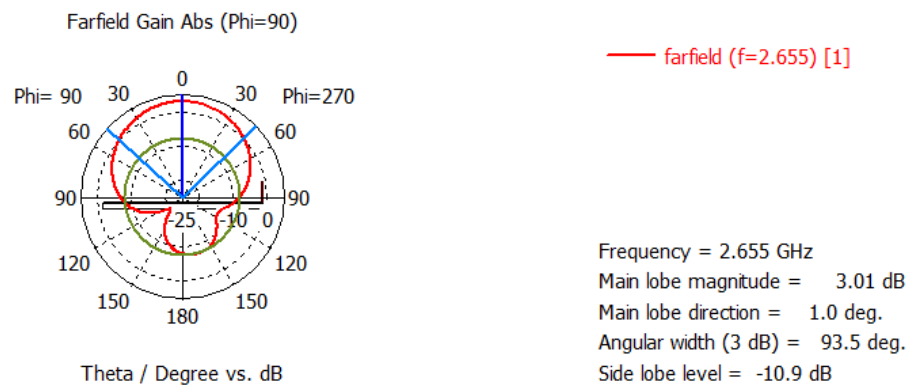
Gambar 3.9 Grafik VSWR Antena Mikrostrip 1 Patch

Nilai VSWR dari antena mikrostrip 1 *patch* dapat dilihat pada Gambar 3.9. Didapatkan VSWR 1,1083 pada frekuensi 2,6555 GHz yang menunjukkan bahwa nilai VSWR sudah memenuhi spesifikasi, yaitu  $VSWR \leq 2$ .

### 3. Hasil Simulasi Pola Radiasi



Gambar 3.8 Pola Radiasi 3 Dimensi



Gambar 3.10 Pola Radiasi Antena 1 Patch

Gain yang diperoleh pada antena mikrostrip sebesar 3,010 dB yang mulai mendekati spesifikasi antena yang telah dibuat. Untuk meningkatkan nilai *gain*, maka perlu di lakukan *array*.

#### III.2.4. Perancangan Antena Mikrostrip 1 Patch dengan Slot

Setelah melakukan optimasi pada antena mikrostrip 1 *patch*, maka dapat dilanjutkan dengan penambahan slot pada sisi bawah *patch* antena. Dimensi slot ini terdiri dari panjang ( $L_s$ ) dan lebar slot ( $W_s$ ) dengan dilakukan pemberian panjang dan lebar slot dengan berbagai variasi. Pengujian panjang slot di uji dalam rentang 11 mm hingga 15 mm dengan kenaikan setiap 1 mm dan lebar slot di uji dalam rentang 1 mm hingga 3 mm. Berikut beberapa simulasi yang dilakukan dengan

pemberian slot seperti pada Tabel di bawah ini. Dimensi yang diubah hanya panjang dan lebar slot dan dimensi panjang *patch* dari hasil perancangan 1 *patch* di atas untuk optimasi agar berada pada frekuensi 2,655 GHz.

Tabel 3.3. Penambahan Slot dengan Lebar Slot 1 mm

No.	L (mm)	Ws (mm)	Ls (mm)	Fc (GHz)	RL (dB)	VSWR	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1.	24,88	1	11,3	2,6555	18,7398	1,2641	2,797	
2.	24,92	1	12	2,6555	23,4236	1,1446	2,959	107,6
3.	25,04	1	13	2,65	29,4236	1,0669	3,011	100,6
4.	25,04	1	14	2,6555	34,24	1,0395	3,029	99,7
5.	25,05	1	15	2,655	38,4749	1,0241	3,027	98,1

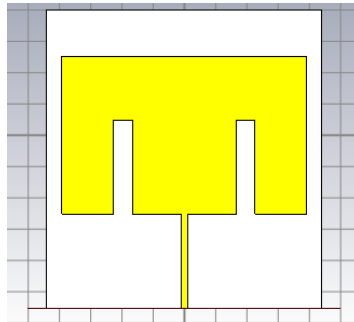
Tabel 3.4. Penambahan Slot dengan Lebar Slot 2 mm

No.	L (mm)	Ws (mm)	Ls (mm)	Fc (GHz)	RL (dB)	VSWR	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1.	25,06	2	11,3	2,65	24,664	1,1241	2,951	106,1
2.	25,045	2	12	2,655	31,3658	1,055	3,015	103,7
3.	25,045	2	13	2,655	27,1607	1,0917	3,093	106,3
4.	25,05	2	14	2,655	28,4573	1,0785	3,089	106,2
5.	25,07	2	15	2,655	29,5406	1,0689	3,088	105,9

Tabel 3.5. Penambahan Slot dengan Lebar Slot 3 mm

No.	L (mm)	Ws (mm)	Ls (mm)	Fc (GHz)	RL (dB)	VSWR	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
1.	25,15	3	11,3	2,655	43,4639	1,0135	3	108,7
2.	25,15	3	12	2,655	37,3201	1,0276	3,015	108,7
3.	25,15	3	13	2,656	30,065	1,0648	3,013	104,9
4.	25,15	3	14	2,656	27,9911	1,0830	3	108,7
5.	25,12	3	15	2,655	51,4195	1,0054	3,054	107,7

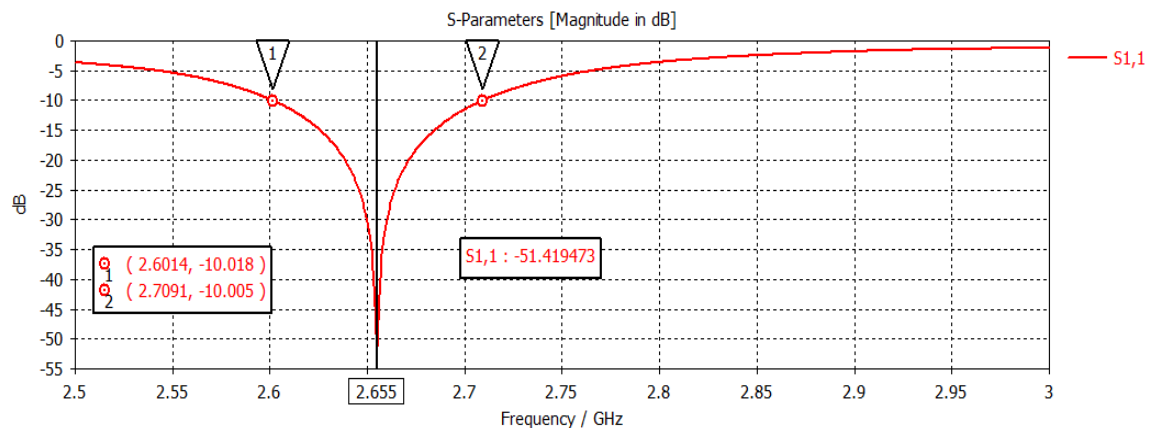
Dari hasil simulasi di atas, maka dipilih ukuran slot pada Tabel 3.5. No. 5 dengan lebar 3 mm dan panjang 15 mm karena dianggap sebagai hasil yang paling optimal karena dapat mereduksi dimensi panjang *patch*, *return loss* meningkat, VSWR mengecil, *gain* meningkat, dan *bandwidth* melebar. Berikut hasil simulasi dengan penambahan slot:



Gambar 3.12 Bentuk Antena Mikrostrip 1 Patch dengan Slot

### 1. Hasil Simulasi *Return Loss* dan *Bandwidth* Antena Mikrostrip 1 Patch dengan Slot

Berikut nilai *return loss* dan *bandwidth* dari hasil yang didapatkan setelah optimasi:



Gambar 3.11 Grafik *Return Loss* Antena Mikrostrip 1 Patch dengan Slot

Gambar 3.11. di atas menunjukkan hasil simulasi perancangan antena 1 *patch* dengan penambahan slot. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa nilai return loss 51,4195 dB pada frekuensi 2,655 GHz. Dari hasil tersebut

menunjukkan bahwa nilai *return loss* sudah memenuhi spesifikasi  $\geq 10$  dB. Sedangkan nilai *bandwidth* dapat dihitung seperti di bawah ini:

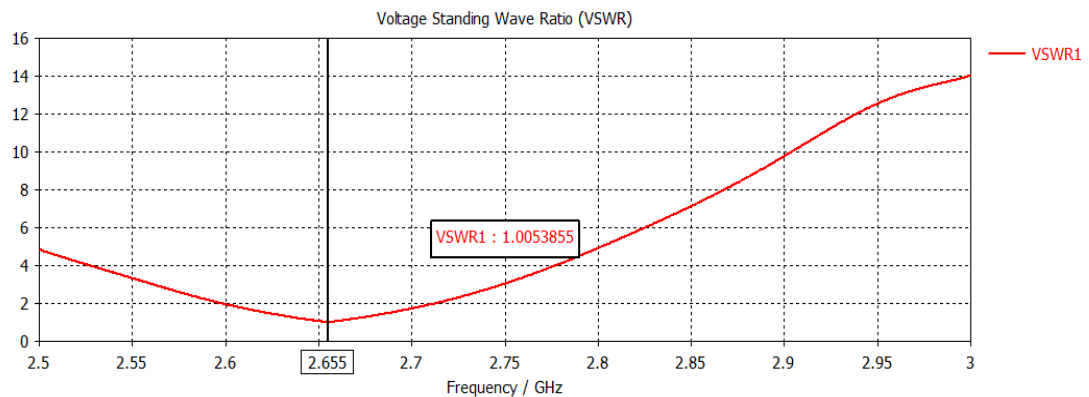
$$Bw = f_2 - f_1$$

$$Bw = 2601,4 - 2709,1$$

$$Bw = 107,7 \text{ MHz}$$

Dilihat dari perhitungan di atas, nilai *bandwidth* sudah memenuhi spesifikasi, yaitu  $> 70$  MHz

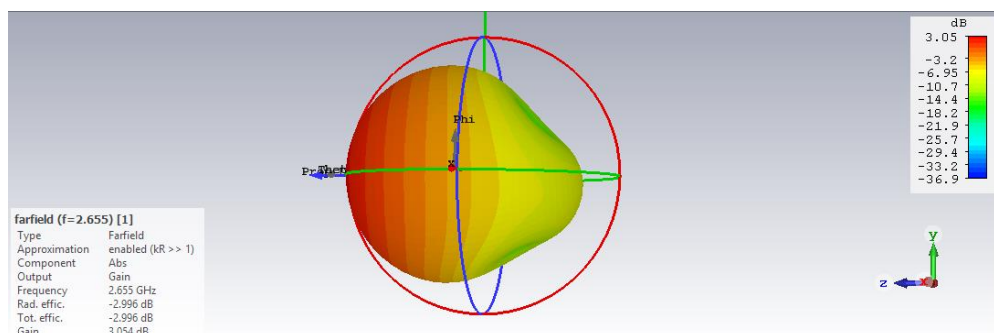
## 2. Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip 1 Patch dengan Slot



Gambar 3.12 Grafik VSWR Antena Mikrostrip 1 Patch dengan Slot

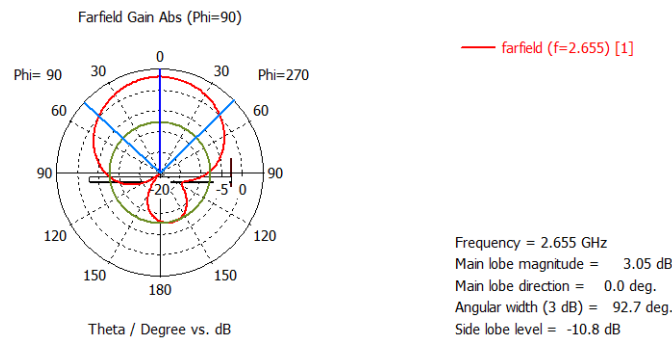
Nilai VSWR dari antena mikrostrip 1 patch dapat dilihat pada Gambar 3.12. Didapatkan VSWR 1,0053 pada frekuensi 2,655 GHz yang menunjukkan bahwa nilai VSWR sudah mendekati 1.

## 3. Hasil Simulasi Pola Radiasi



Gambar 3.13 Pola Radiasi 3D dengan Slot





Gambar 3.14 Pola Radiasi Antena dengan Slot

Pada Gambar 3.14 menunjukkan bahwa *gain* yang diperoleh pada antena mikrostrip sebesar 3,054 dB yang mulai mendekati spesifikasi antena yang telah dibuat. Untuk meningkatkan nilai *gain*, maka perlu di lakukan *array*.

#### III.2.4. Perancangan Slot dan Penempatannya

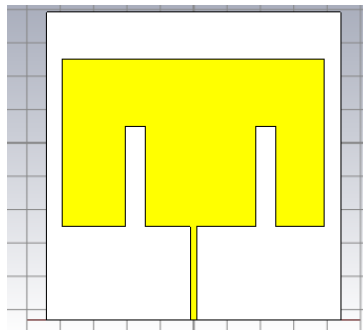
Setelah mendapatkan hasil yang optimal dengan penambahan slot pada sisi bawah *patch* antena, maka dilanjutkan dengan penggeseran penempatan slot. Penggeseran dilakukan dengan perubahan 1 mm ke kanan dan kiri dari titik tengah (X), maka penggeseran dilakukan dengan X-1, X-2, X-3 ke kiri dan X+1, X+2, X+3 ke kiri seperti pada Tabel 3.6. Selain itu dimensi panjang *patch* (L) akan di ubah untuk optimasi agar tetap berada pada frekuensi 2,655 GHz.

Tabel 3.6. Penggeseran Penempatan Slot pada *Patch* Antena

Posisi	L (mm)	Ws (mm)	Ls (mm)	Fc (GHz)	RL (dB)	VSWR	Gain (dB)	Bandwidth (MHz)
X - 1	25,1	3	15	2,655	55,2515	1,0035	3,054	108,3
X - 2	25,11	3	15	2,655	42,6769	1,0148	3,048	107,5
X - 3	25,15	3	15	2,6545	52,4493	1,0048	3,049	107,5
X + 1	25,105	3	15	2,655	56,9118	1,0028	3,056	108,3

<b>X + 2</b>	25,11	3	15	2,655	42,6767	1,0148	3,048	107,6
<b>X + 3</b>	25,125	3	15	2,655	37,0566	1,0285	3,047	107,7

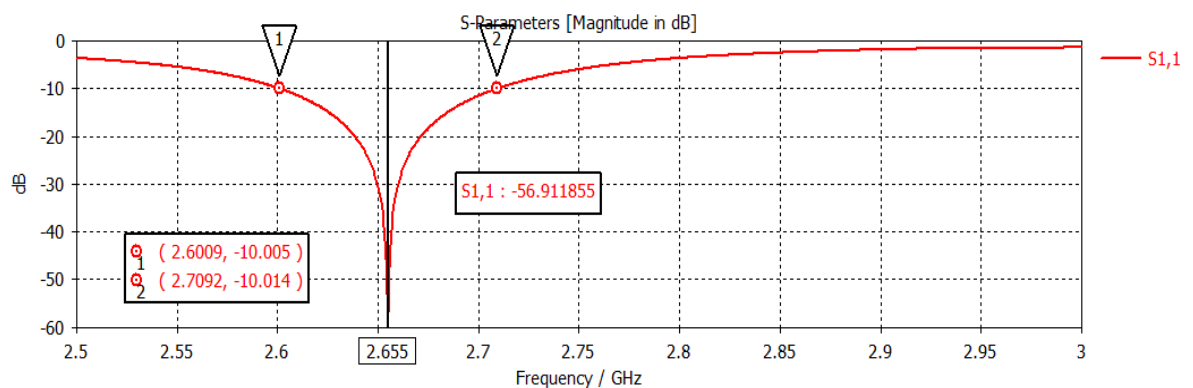
Pada tabel di atas, dilakukan penempatan slot pada 6 posisi. Dari hasil simulasi yang didapatkan menunjukkan bahwa penempatan posisi slot akan mempengaruhi hasil parameter. Pada perancangan ini dipilih slot dengan penempatan di X + 1 yang menunjukkan pergeseran 1mm ke kanan dari titik awal. Berikut adalah bentuk dan hasil simulasi:



Gambar 3.15 Bentuk Patch Antena dengan Slot pada Posisi X + 1

### 1. Hasil Simulasi *Return Loss* dan *Bandwidth* Antena Mikrostrip 1 Patch dengan Penempatan Slot

Berikut nilai *return loss* dan *bandwidth* dari hasil yang didapatkan dengan penempatan posisi slot pada X + 1:



Gambar 3.16 Grafik *Return Loss* Antena Mikrostrip 1 Patch dengan Penempatan Slot

Gambar 3.16 di atas menunjukkan hasil simulasi perancangan antenna 1 *patch* setelah penempatan slot pada posisi  $X + 1$ . Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa nilai *return loss* 56,9118 dB pada frekuensi 2,655 GHz. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai *return loss* semakin baik dan sudah memenuhi spesifikasi  $\geq 10$  dB. Sedangkan nilai *bandwidth* dapat dihitung seperti di bawah ini:

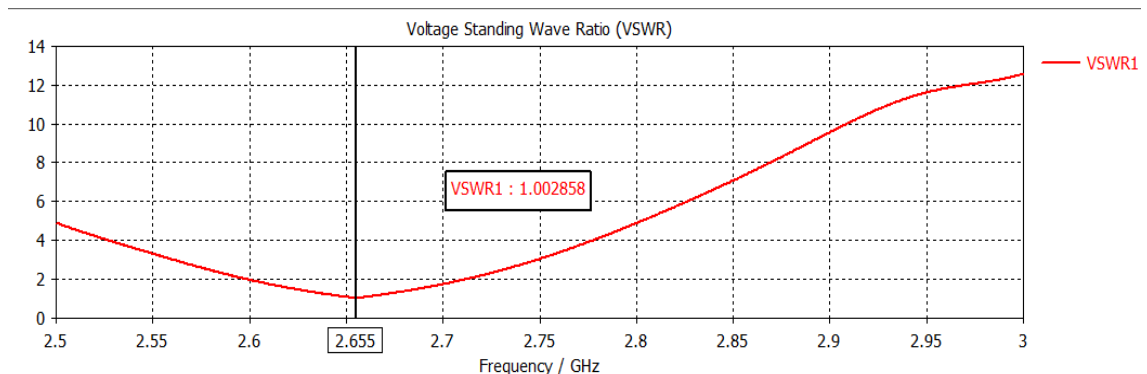
$$Bw = f_2 - f_1$$

$$Bw = 2600,9 - 2709,2$$

$$Bw = 108,3 \text{ MHz}$$

Dilihat dari perhitungan di atas, nilai *bandwidth* semakin lebar sudah memenuhi spesifikasi, yaitu  $> 70$  MHz.

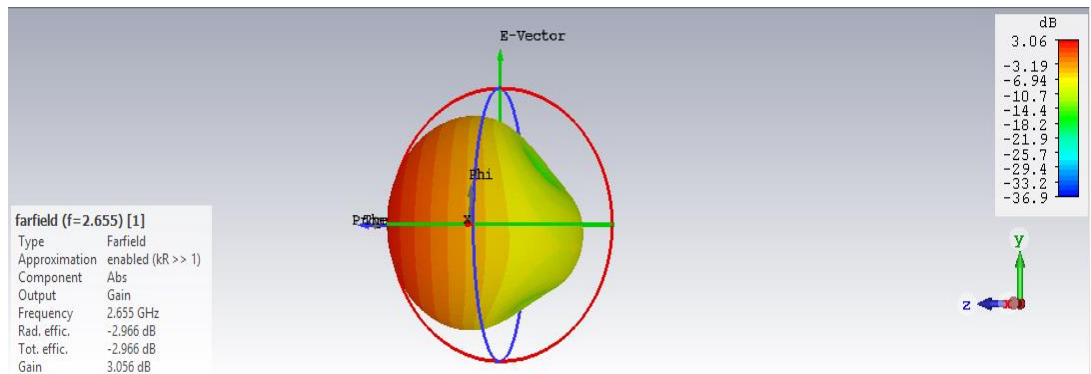
## 2. Hasil Simulasi VSWR Antena Mikrostrip 1 *Patch* dengan Penempatan Slot



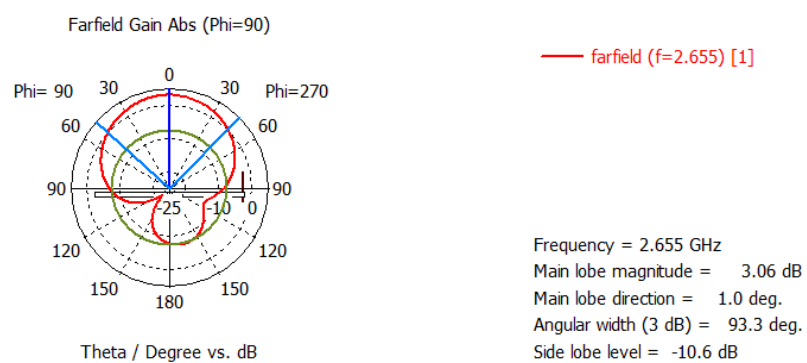
Gambar 3.17 Grafik VSWR Antena Mikrostrip 1 *Patch* dengan Penempatan Slot

Nilai VSWR dari antena mikrostrip 1 *patch* setelah penempatan dapat dilihat pada Gambar 3.17. Didapatkan VSWR 1,0028 pada frekuensi 2,655 GHz yang menunjukkan bahwa nilai VSWR sudah mendekati 1.

### 3. Hasil Simulasi Pola Radiasi



Gambar 3.18 Pola Radiasi 3D Setelah Penempatan Slot



Gambar 3.19 Pola Radiasi Antena dengan Slot

Pada Gambar 3.18 menunjukkan bahwa *gain* yang diperoleh pada antenna mikrostrip sebesar 3,056 dB yang mulai mendekati spesifikasi antenna yang telah dibuat. Untuk meningkatkan nilai *gain*, maka perlu di lakukan *array*.

### **III.2.5. Perancangan Antena Mikrostrip Array**

perancangan simulasi antena mikrostrip 2 array dilakukan dari hasil mikrostrip dengan slot dan penempatannya. Namun pada saat simulasi penggunaan array tidak akan langsung mendapatkan hasil yang baik. Oleh karena itu perlu dilakukan optimasi seperti sebelumnya. Pada proses optimasi ini dilakukan dengan mengubah – ubah dimensi *patch* antena, saluran pencatu, dan jarak antar *patch*. Berikut hasil simulasi dan optimasi antena mikrostrip array: