BAB III

PERANCANGAN, PEMBUATAN ANTENA MIKROSTRIP *PATCH* SIRKULAR UNTUK APLIKASI *WIRELESS LOCAL AREA NETWORK*

3.1 Umum

Pada tugas akhir ini akan dirancang sebuah antena mikrostrip *patch* sirkular yang dapat digunakan pada sistem *wireless* LAN baik sebagai penguat antena pada *Access Point* (AP) ataupun pada sisi terminal (laptop, PC dan PDA). Perancangan antena ini dilakukan dengan menggunakan simulator antena Ansoft HFSS v11.0.

Tahapan perancangan dimulai dari pemilihan jenis substrat dan selanjutnya menghitung dimensi *patch* antena serta lebar saluran pencatunya. Hasil dari perhtiungan tersebut kemudian disimulasikan dengan simulator *Ansoft* HFSS v11.0.

Untuk mendapatkan rancangan antena yang optimal dilakukan beberapa karakterisasi berupa perubahan panjang saluran pencatu dan perubahan dimensi *patch*. Dengan melakukan beberapa simulasi selanjutnya diperoleh hasil rancangan yang lebih optimal tersebut. Dengan simulator Ansoft HFSS v11.0, dapat diperoleh parameter-parameter antena yang dihasilkan berupa nilai VSWR, *Gain* antena dan pola radiasinya.

3.2 Perencanaan Antena Mikrostrip *Patch* Sirkular

Tahapan perancangan antena pertama kali adalah menentukan karakteristik antenna yang diinginkan, dimana telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Karakteristik antena yang dimaksud yaitu frekuensi kerja, *return loss,* VSWR, dan *gain.* Pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan karakteristik hasil yang diinginkan yaitu.

1. Frekuensi Kerja : 2.4 GHz (2.4-2.5 GHz)
2. Impedansi terminal : 50 Ω koaksial konektor SMA
3. VSWR : $\leq$ 2
4. Gain : Optimum pada *single* patch

Setiap substrat memiliki parameter yang berbeda – beda. Oleh karena itu, perlu ditentukan terlebih dahulu jenis substrat yang akan digunakan sebagai antena mikrostrip. Jenis substrat yang digunakan adalah FR4 *Epoxy* dengan parameter sebagai berikut.

Tabel 3.1 Spesifikasi Substrat Yang Digunakan

Jenis Substrat	FR4 epoxy
Konstanta Dielektrik Relatif (ε_r)	4,4
Dielektrik Loss Tangent (*tan δ*)	0.02
Ketebalan substrat (*h*)	1.6 mm

3.3 Perancangan Dimensi P*atch* Antena

Antena yang akan dirancang pada tugas akhir ini adalah antena mikrostrip *patch* sirkular dengan frekuensi kerja 2.45 GHz (2.4 – 2.5 GHz). Untuk perancangan awal digunakan perhitungan pada antena mikrostrip

dengan *patch* berbentuk lingkaran seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.

$$a_e = \frac{8.791 x^9 10}{f_{r\sqrt{\varepsilon_r}}}$$

Karena a_e dan a hampr sama, sehingga dapat dibuat suatu variabel baru misalkan k .secara matematis dapat ditulis menjadi :

$$k = \frac{8.791 x^9 10}{f_{r\sqrt{\varepsilon_r}}}$$

$$k = \frac{8.791 x^9 10}{f_{r\sqrt{\varepsilon_r}}} = \frac{8.791 x^9 10}{2.4 \text{ x } 10^9 \sqrt{4.4}} = 1.746$$

Setelah diperoleh nilai *k* kemudian dimasukan kedalam rumus berikut dan diperoleh hasil :

$$a = \frac{k}{\left\{1 + \left(2h/\pi\varepsilon_r k\right)\left[\ln\left(\pi k/2h\right) + 1.7726^{\frac{1}{2}}\right]\right\}}$$

$$= \frac{1.746}{\left\{1 + \left(2.1,6/\pi 4,4.1,746\right)\left[\ln\left(\pi 1,746/2.1,6\right) + 1.7726^{\frac{1}{2}}\right]\right\}}$$

$$= \frac{1.746}{1.183} = 1.47 \text{ cm} = 14.7 \text{ mm}$$

3.4 Perancangan Saluran Pencatu 50 Ω

Saluran pencatu yang digunakan pada perancangan ini diharapkan mempunyai atau paling tidak mendekati impedansi masukan sebesar 50 Ω. Untuk mendapatkan nilai impedansi tersebut dilakukan pengaturan lebar dari saluran pencatu dilakukan pengaturan lebar dari saluran pencatu dengan menggunakan perangkat lunak *Em-Talk*. Untuk nilai Z_0 = 50 Ω, εr = 4.4, dan *h* = 1.6 mm, maka didapat lebar pencatu 3 mm.

Dengan demikian saluran pencatu mikrostrip 50 Ω didapat 3 mm, tahapan berikutnya adalah mencari panjang saluran pencatu mikrostrip 50 Ω. Sebelumnya periksa terlebih dahulu perbandingan lebar saluran pencatu mikrostrip 50 Ω terhadap tebal substrat (W/h).

$$\frac{W}{h} = \frac{3}{1.6} = 1.87 > 1$$

Karena W/h >1, maka nilai konstanta dielektrik efektif (ε_{eff}) menggunakan persamaan berikut.

$$\varepsilon_{eff} = \frac{\varepsilon_r + 1}{2} + \frac{\varepsilon_r - 1}{2}\left[\frac{1}{\sqrt{1 + 12\frac{h}{W}}}\right]$$

$$= \frac{4.4 + 1}{2} + \frac{4.4 - 1}{2}\left[\frac{1}{\sqrt{1 + 12\frac{1.6}{3}}}\right]$$

$$= 2.7 + 1.7\left[\frac{1}{\sqrt{6.93}}\right]$$

$$= 2.7 + 1.7\left[\frac{1}{2.63}\right]$$

$$= 2.7 + 0.6456$$

$$= 3.34 \text{ mm}$$

Dari persamaan diatas maka diperoleh :

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\varepsilon_{eff}}}$$

$$\lambda_o = \frac{C}{f} = \frac{3.10^8 \text{m/s}}{2.4 \text{ GHz}} = \frac{300}{2.4} = 125 \text{ mm}$$

$$\lambda_g = \frac{125}{\sqrt{3.34}} = 68.41 \text{ mm}$$

Maka panjang saluran pencatu mikrostrip 50 Ω adalah.

$$l = \frac{\lambda_g}{2}$$

$$= \frac{68.41}{2} = 34.205 \text{ mm}$$

3.5 Dimensi *Groundplane*

Untuk dimensi minimum *groundplane* yang dibutuhkan oleh antena mikrostrip diberikan melalui persamaan berikut.

$$\mathbf{Ag = 6t + a}$$

t = ketebalan substat

a = panjang saluran pencatu ditambah diameter dimensi *patch*

Dengan asumsi awal tebal substrat t = 1.6 mm, panjang saluran pencatu 34.205 mm dan diameter *patch* 29.4 mm, akan diperoleh dimensi minimum *groundplane* Ag adalah sebesar 73.205 mm. Dalam penelitian ini untuk memudahkan pada saat melakukan kalibrasi antena dimensi *groundplane* yang digunakan 100 x 100 mm.

3.6 Perancangan Model Antena Mikrostrip *Patch* Sirkular Pada HFSS

Dalam tugas akhir ini, perancangan antena mikrostrip patch sirkular dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu dimulai dengan perancangan *patch*, perancangan saluran pencatu (*feeder*), perancangan *groundplane*, perancangan substrat atas dan bawah, dan perancangan *port* saluran pencatu. Adapun langkah - langkah untuk membuat model antena ini adalah.

a. Perancangan substrat

Adapun langkah-langkah untuk merancang pacth antena adalah :

- Pilih *item Draw* lalu pilih box
- Masukkan nilai koordinatnya (besar dan arahnya)
- Klik *attribute tab* dan kemudian isi namanya dengan substrat
- Klik material dan kemudian ganti materialnya menjadi *FR4 epoxy*
- Kemudian pilih warnanya sesuai keinginan dan kemudian atur transparansi warnanya

b. Perancangan *patch*

Langkah-langkah untuk merancang pacth antena adalah :

- Pilih *item* menu Draw lalu pilih *cylinder*
- Masukkan nilai koordinatnya (arah dan besarnya), dalam hal ini kita harus benar-benar teliti dalam memasukkan nilai koordinat ini
- Klik *attribute tab* dan kemudian isi namanya dengan *patch*
- Klik material, kemudian ganti materialnya. Untuk tugas akhirini material *patch*-nya adalah *cooper.*
- Kemudian pilih warnanya sesuai keinginan dan kemudian atur transparansi warnanya.

c. Perancangan saluran pencatu

- Pilih *item* Draw lalu pilih box
- Masukkan nilai koordinatnya(arah dan besarnya)

- Klik *attribute tab* dan kemudian isi namanya dengan *feeder*
- Klik material kemudian ganti materialnya menjadi *cooper*
- Kemudian pilih warnanya sesuai keinginan dan kemudian atur transparansi warnanya

d. Perancangan *Groundplane*

- Pilih *item* Draw lalu pilih box
- Masukkan nilai koordinatnya (arah dan besarnya)
- Klik *attribute tab* dan kemudian isi namanya dengan ground
- Klik material kemudian ganti materialnya menjadi *cooper*
- Kemudian pilih warnanya sesuai keinginan dan kemudian atur transparansi warnanya

e. Perancangan *port* saluran pencatu

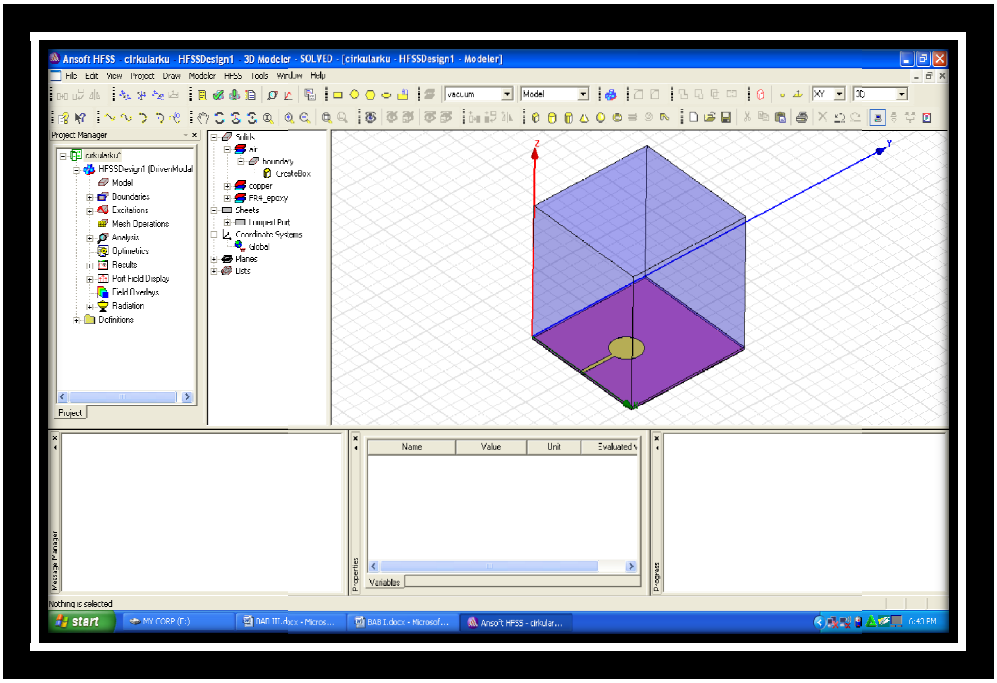
- Pilih *item Draw* lalu pilih *rectangle*
- Tetapkan porosnya, yang menjadi poros adalah sumbu z
- Masukkan nilai koordinatnya (besar dan arahnya)
- Klik *attribute tab* dan kemudian ganti buat orientasinya menjadi global
- Kemudian pilih warnanya sesuai keinginan dan kemudian atur transparansi warnanya

f. Perancangan *boundary*

- Pilih *item Draw* lalu pilih box
- Masukkan nilai koordinatnya (besar dan arahnya)
- Klik *attribute tab* dan kemudian isi namanya dengan boundary

- Klik material dan kemudian ganti materialnya menjadi *Air* (udara)
- Kemudian pilih warnanya sesuai keinginan dan kemudian atur transparansi warnanya

Setelah semua langkah tersebut dilakukan maka akan dihasilkan model antena mikrostrip *patch* sirkular seperti yang tampak pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Model Antena Mikrostrip *Patch* Sirkular

Setelah model antena selesai dibuat langkah selanjutnya adalah menjalankan simulasinya. Untuk menjalankan simulasi ini langkah selanjutnya adalah klik menu HFSS kemudian pilih *analysis setup*, lalu pilih *add solution setup*, maka akan muncul *solution setup window*. Lalu isi nama *setup*-nya, ikuti saja yang ada di dalam tab (misalnya *setup*1, *setup*2, dan

seterusnya), kemudian isi nilai dari *solution frequency* menjadi 2,4 GHz. Nilai *solution frequency* ini sama untuk tiap *setup*. Lalu isi nilai *maximum number of phases* menjadi 15 atau 20 sesuai kebutuhan. Kemudian isi nilai *maximum delta S* sebesar 0,02 lalu pilih OK.

Selanjutnya klik menu HFSS kemudian pilih *analysis setup* lalu pilih *add sweep*. Pilih *solution setup*-nya *setup*1 dan klik tombol OK. Kemudian edit *window sweep*-nya, atur *sweep type* menjadi *fast* dan atur pula *requency setup type* menjadi *linear count*. Kemudian atur frekuensi *start* sebesar 1 GHz, frekuensi *stop* 4 GHz dan buat nilai *count* menjadi 100. Lalu klik tombol OK.

Setelah itu langkah selanjutnya adalah klik menu HFSS lalu pilih *validation check*. Tujuan dari *validation check* ini adalah untuk memeriksa apakah model yang kita buat sudah layak dan benar untuk dijalankan. Jika model yang kita buat telah layak dan benar untuk dijalankan maka akan muncul tanda *check list* berwarna hijau. Tetapi jika belum maka akan muncul tanda silang berwarna merah. Hal ini menandakan bahwa ada *error* pada model yang kita buat. Untuk melihat pesan *error* gunakan *message manager* yang ada di sudut kanan bawah. Ada beberapa hal yang diperiksa pada *validation check* ini, yaitu :

- *3D model*
- *Boundaries and Excitation*
- *Mesh Operation*
- *Analysis Setup*
- *Optimetrics*

- *Radiation*

Jika ada salah satu dari keenam hal ini yang tidak terpenuhi (dalam hal ini ada *error*) maka proses simulasi tidak dapat dilanjutkan. Setelah melewati *validation check*, langkah selanjutnya adalah menganalisis model. Untuk menganalisis model ini caranya adalah dengan menekan menu HFSS lalu pilih *analyze.* Proses menganalisis ini berlangsung sekitar 60 menit atau lebih. Setelah proses analisis selesai maka dapat ditampilkan grafik VSWR, pola radiasi, dan *gain* nya.

Untuk menampilkan grafik VSWR, caranya adalah dengan menekan tombol HFSS lalu pilih *result* dan kemudian pilih *create report*. Atur *report type* menjadi *modal* S *parameter* dan atur *display set* menjadi *rectangular plot,* lalu tekan OK. Maka akan muncul *window traces*. Pada *window traces* ini atur *solution* menjadi *setup1:sweep1*. Kemudian pada tab Y atur *category* menjadi VSWR, atur juga *quantity* menjadi VSWR(*lumport*1), kemudian tekan *new report* lalu tekan *done*. Maka akan muncul grafik VSWR.

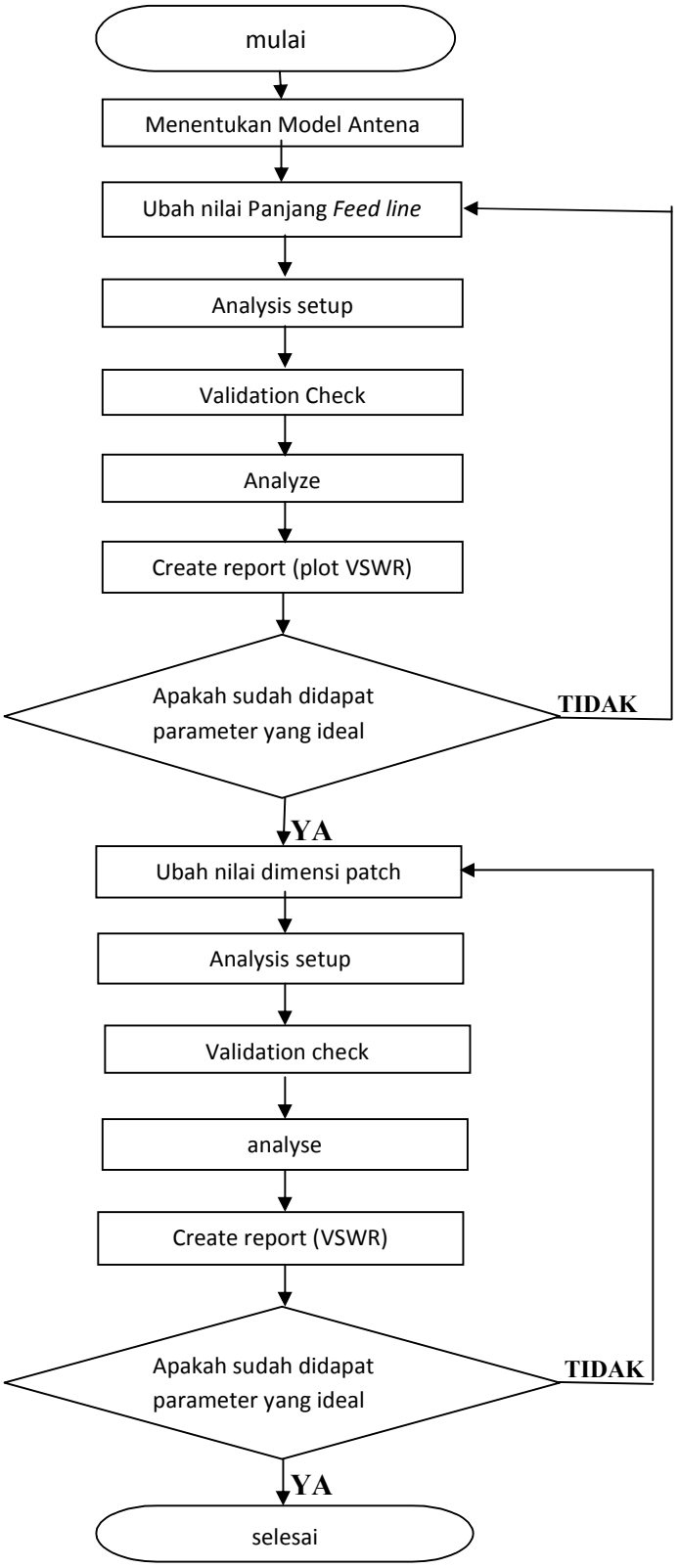
Untuk menampilkan pola radiasi, caranya adalah dengan menekan tombol HFSS lalu pilih *result* dan kemudian pilih *create report*. Atur *report type* menjadi *far field* dan atur *display set* menjadi *3D polar plot*, lalu tekan OK. Maka akan muncul *window traces*. Pada *window trace* ini atur *solution* menjadi *setup1:sweep1*. Kemudian pada tab Y atur *category* menjadi *directivity*, atur juga *quantity* menjadi *DhirTotal*, kemudian tekan *new report* lalu tekan *done*. Maka akan muncul grafik pola radiasi.

Untuk menampilkan *gain*, caranya adalah dengan menekan tombol HFSS lalu pilih *result* dan kemudian pilih *create report*. Atur *report type* menjadi *far field* dan atur *display set* menjadi *data table*, lalu tekan OK. Maka akan muncul *window traces*. Pada *window trace* ini atur *solution* menjadi *setup1:sweep1*. Kemudian pada tab Y atur *category* menjadi *gain*, atur juga *quantity* menjadi *GainTotal*, kemudian tekan *new report* lalu tekan *done*. Maka akan muncul tabel *gain.*

3.7 Simulasi Untuk Mendapatkan Hasil Yang Ideal Pada HFSS

Setelah nilai – nilai yang didapat dalam perhitungan dimasukan kedalam simulasi akan tampil seperti gambar 3.3. Ternyata setelah dilakukan *report* hasil yang didapat tidak memenuhi dari tujuan yang diinginkan, maka dilakukan beberapa perubahan dari ukuran semula antena yang meliputi perubahan dimensi *patch* dan perubahan panjang saluran pencatu atau *feed line*. Disini kita akan merubah - rubah nilai dimensi *patch* antena sampai mendapatkan nilai yang yang dianggap ideal, dan juga melakukan perubahan panjang *feed line* sampai mendapatkan hasil sesuai dengan yang kita inginkan.

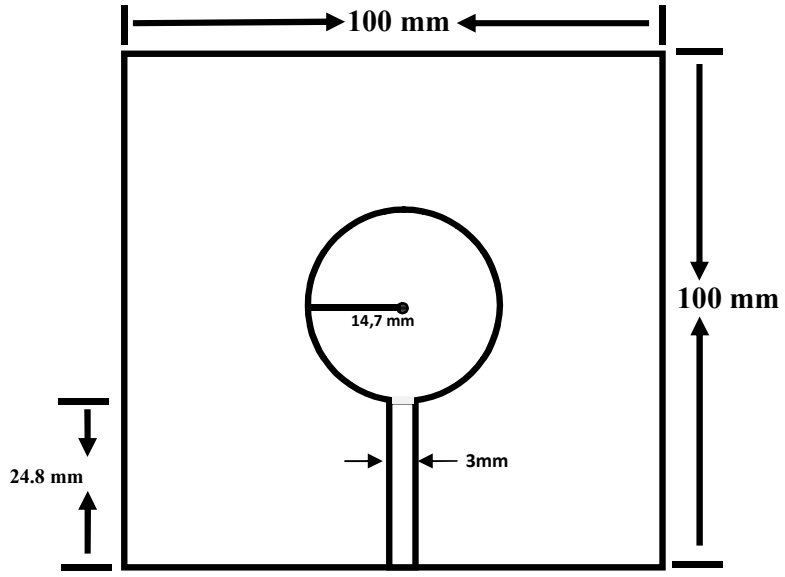
Karena simulasi HFSS ini bersifat ideal maka akan meminimalisir perubahan atau pergeseran nilai parameter ketika di implementasikan menjadi *prototype* antena mikrostrip. Adapun *flowcart* dari simulasi HFSS ini dapat dilihat dari gambar 3.1 berikut.



Gambar 3.2 *Flowcart* Perancangan Antena *Patch* Sirkular

3.8 Model Perancangan Antena

Setelah dilakukan simulasi dengan merubah nilai yang ditentukan sebelumnya didapat ukuran dimensi antena yang sesuai dengan tujuan seperti terlihat pada gambar 3.3 berikut.



Gambar 3.3 Antena Mikrostrip *Single Patch* Sirkular Dimensi Substrat 100x100

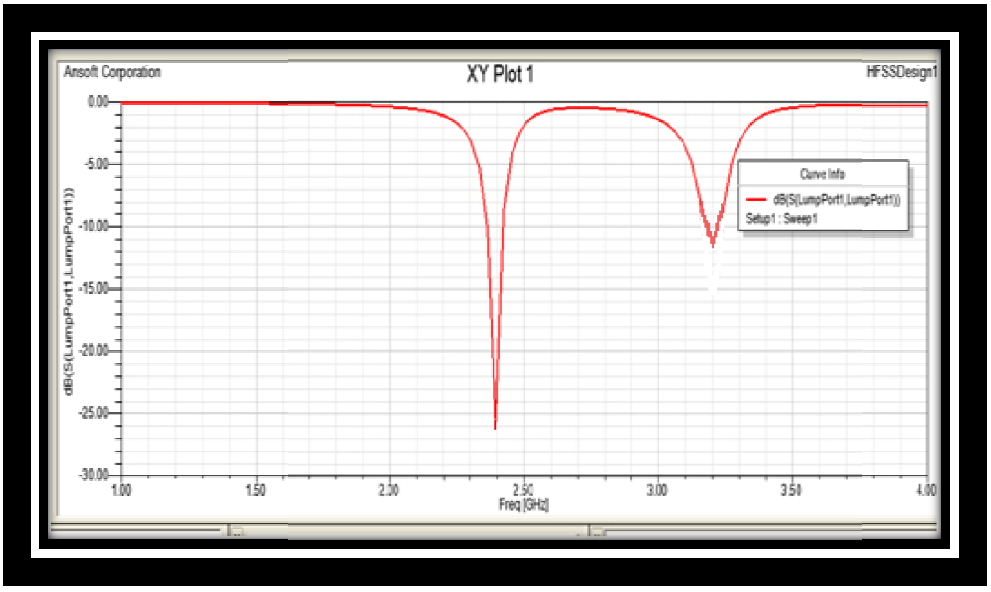
Gambar diatas merupakan ukuran antena mikrostrip hasil dari simulasi menggunakan HFSS dengan hasil *report* yang sesuai dengan keinginan. Setelah dilakukan beberapa kali perubahan ternyata nilai dimensi *patch* tetap pada ukuran semula yaitu 14.7 mm karena pada nilai ini antena memiliki nilai yang paling ideal, sedangkan panjang saluran pencatu berubah menjadi 24.8 mm. Dengan ukuran dimensi antena seperti diatas sudah terjadi ke *matchingan* antara *patch* antena dengan saluran pencatu sehingga menghasilkan *report* yang sesuai seperti apa yang diinginkan.

3.9 Hasil Simulasi Rancangan Antena *Patch* Sirkular

Parameter – parameter yang disimulasikan pada antenna mikrostrip patch sirkular ini yaitu *return loss,* VSWR, *gain* dan pola radiasi.

3.9.1 *Return loss*

Grafik *renturn loss* dan frekuensi resonansi antena mikrostrip *patch* sirkular diperlihatkan pada gambar 3.4.

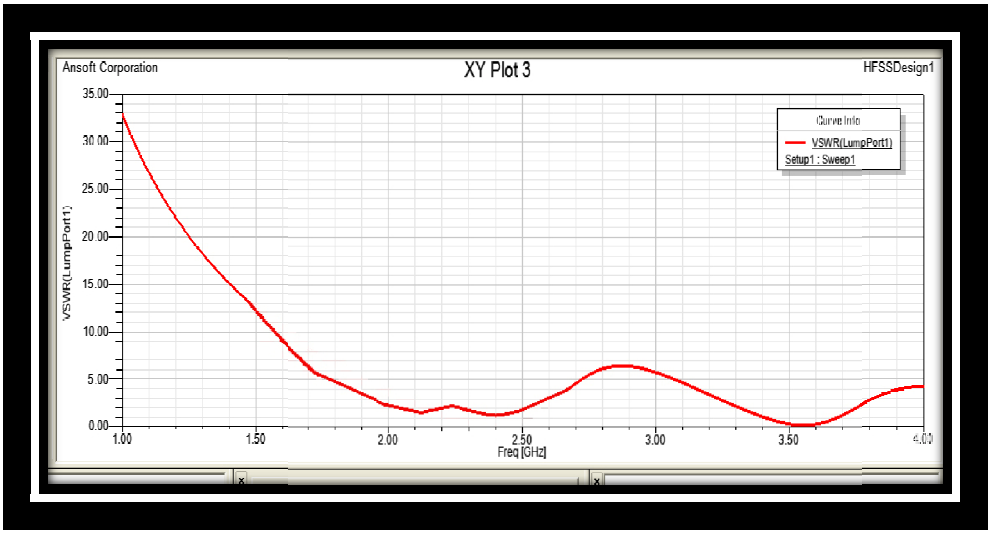


Gambar 3.4 Grafik *Return loss* Pada Antena Mikrostrip *Patch* Sirkular

Dari grafik simulasi *return loss* pada Gambar 3.4 frekuensi resonansi atau frekuensi kerja yang didapatkan telah memenuhi frekuensi kerja yang diinginkan. Hal ini dapat dilihat dari frekuensi yang mempunyai *return loss* lebih kecil dari -10 dB yang bekerja pada frekuensi 2.4 GHz yang merupakan frekuensi operasi WLAN. Pada gambar dapat dilihat *renturn loss* -26,444dB, *bandwidth* 60 Mhz, pada frekuensi kerja 2.4 GHz.

3.9.2 *Voltage Standing Wave Ratio* (VSWR)

Dimensi *patch* antena dan saluran pencatu dapat dikatakan *matching* ketika *report* yang dihasilkan pada VSWR adalah kurang dari atau sama dengan 2. Berikut adalah plot VSWR antena mikrostrip *patch* sirkular dapat dilihat pada Gambar 3.5

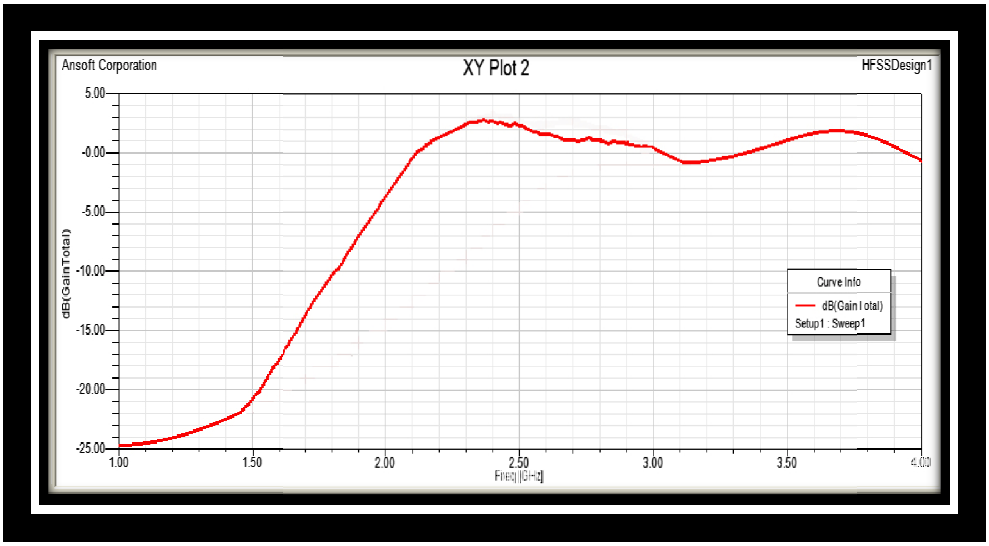


Gambar 3.5 Grafik VSWR Pada Antena Mikrostrip *Patch* Sirkular

Nilai VSWR yang digunakan dalam penelitian ini adalah lebih kecil atau sama dengan 2 (VSWR $\leq$ 2). Dalam plot grafik simulasi kita telah mendapatkan nilai VSWR sebesar 1,10 pada frekuensi kerja 2.4 GHz sehingga telah memenuhi nilai yang diinginkan dengan hasil demikian antena dapat dikatakan *matching*.

3.9.3 *Gain*

Dari simulasi HFSS Ansoft V.11 yang telah dilakukan setelah melakukan beberapa kali perubahan ukuran *patch* dan panjang *feed line* maka didapat *gain* seperti yang diperlihatkan pada Gambar 3.6.

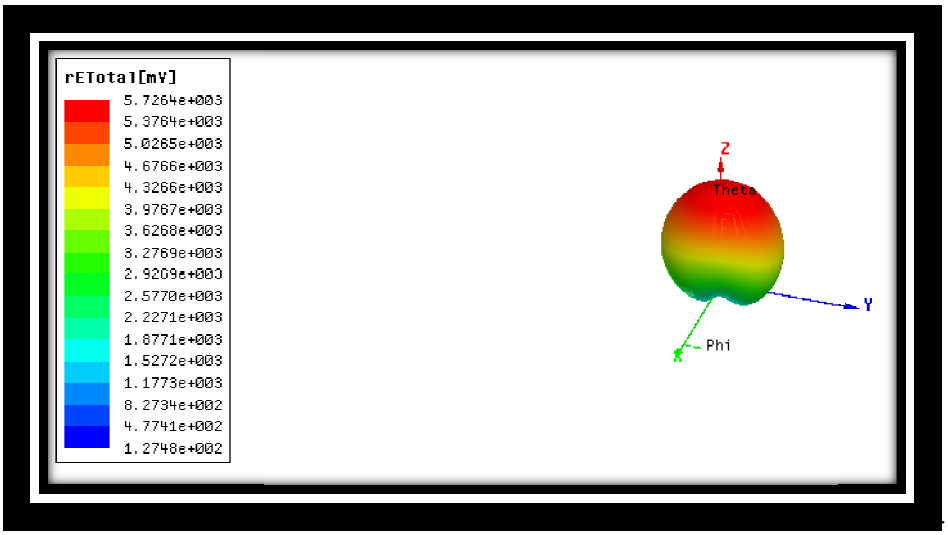


Gambar 3.6 Grafik *Gain* Pada Antena Mikrostrip *Patch* Sirkular

Nilai *Gain* yang diinginkan dalam penelitian ini adalah *gain* optimum pada antena mikrostrip *single patch* yang menggunakan *patch* sirkular. Dalam plot grafik simulasi kita mendapatkan nilai *gain* sebesar 2.732 dBi pada frekuensi kerja 2.4 GHz sehingga dapat dikatakan *optimum* untuk antena *single patch*. Kecilnya *gain* yang didapat ini dapat disebabkan beberapa faktor karena kecendrungan antena mikrostrip memiliki *gain* yang rendah tapi ada beberapa metode untuk meningkatkan *gain*.

3.9.4 Pola Radiasi

Pola radiai yang diinginkan adalah *directional* setelah melakukan beberapa kalibrasi dalam melakukan simulasi kita telah mendapatkan pola radiasi yang diinginkan yaitu *directional.* Hasil simulasi dapat dilihat pada Gambar 3.7 yang berupa gambar tiga dimensi dari pola radiasi antena.



Gambar 3.7 Grafik Pola Radiasi Pada Antena Mikrostrip *Patch* Sirkular

Dari gambar diatas dapat dilihat gambar pola radiasi *directional*, sehingga telah memenuhi syarat parameter yang diinginkan.