

# Desain Antena Mikrostrip Bentuk Segi Empat Untuk Antena *Syntentic Aperture Radar* (SAR)

Junas Haidi, Hendy Santosa, Alex Surapati

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Bengkulu

E-mail: [junas.haidi@unib.ac.id](mailto:junas.haidi@unib.ac.id)

## ABSTRACT

This paper is designing a rectangular microstrip antenna for Synthetic Aperture Radar (SAR) antenna applications operating at a frequency of 10 GHz with the material used is Duroid 4350b substrate. The results show SAR antenna output was obtained with a return loss value of -42.13 dB, VSWR of 1.0158, antenna impedance of 48.67Ω, bandwidth of 0.377 GHz, Half Power Beamwidth (HPBW) of 150 and Gain of 10.5 dBi. The antenna output parameters produce a reasonably good antenna standard. However, SAR antenna with a simple rectangular shape needs to be improved, especially the gain and HPBW antenna values, because the SAR antenna must have a large gain and a small HPBW values.

**Keywords**– Microstrip Antenna, Radar, SAR.

## ABSTRAK

Paper ini membahas tentang perancang antena mikrostrip bentuk segi empat untuk aplikasi antena SAR yang berkerja difrekuensi 10 GHz dengan material yang digunakan adalah substrat Duroid 4350b. dari hasil penelitian didapatkan output antena SAR dengan nilai *return loss* sebesar -42,13 dB, VSWR sebesar 1,0158, impedansi antena 48,67Ω, *bandwidth* 0,377 GHz, HPBW sebesar 15<sup>0</sup> dan Gain 10,5 dBi. Dari parameter *output* antena yang dihasilkan, telah memenuhi standar antena yang cukup baik. Dalam perancangan antena SAR bentuk segi empat ini masih perlu dikembangkan lagi terutama nilai gain dan HPBW antena, karena antena SAR harus memiliki *gain* yang besar dan nilai HPBW yang kecil..

**Kata kunci** : *Microstrip Antenna, Radar, SAR*

## 1. PENDAHULUAN

*Synthetic Aperture Radar* (SAR) digunakan untuk penginderaan jarak jauh pada permukaan bumi[1] dengan menggunakan citra yang mempunyai resolusi tinggi, digunakan kondisi siang dan malam serta bebas dari pengaruh cuaca hujan, awan dan kabut[2] di

TABEL 1  
SPESIFIKASI SUBSTRAT YANG DIGUNAKAN

Jenis Substrat	Duroid 4350b
Konstanta <i>Dielektrik Relatif</i> ( $\epsilon_r$ )	3,48
Faktor Disipasi	0,0265
Ketebalan Substrat (h)	1.524 mm

aplikasi untuk berbagai tujuan seperti perubahan iklim, pemantauan lingkungan dan kondisi bumi saat ini[3]. Sistem SAR bekerja digelombang mikro dengan frekuensi kerja 0,3 GHz sampai 300 GHz[4]. SAR terdiri dari dua bagian yaitu pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*), Bagian pemancar akan mengirimkan gelombang elektromagnetik secara terus menerus yang dipantulkan kepermukaan bumi yang menjadi pengamatan, kemudian antena penerima akan menangkap gelombang elektromagnetik yang dipantulkan dari permukaan bumi direkam dan diproses ketahapan berikutnya [4][5].

Antena SAR harus memiliki bandwidth yang sempit untuk mendapatkan resolusi gambar yang tinggi dan target objek yang diamati akan semakin jelas[6]. Dalam membuat antena SAR harus diperhitungkan juga nilai ekonomis, pada penelitian yang dilakukan dalam mendesain antena SAR digunakan substart Duroid 4350b yang harganya cukup murah. Sehingga dilakukan penelitian antena SAR yang murah dan memenuhi standar antena yang telah ditentukan.

Paper ini menunjukkan perancangan antena mikrostrip single layer dengan bentuk segi empat. Patch radiasinya di umpan dengan jalur mikrostrip pada bagian atas substrat Duroid 4350b. Untuk meningkatkan nilai gain dan HPBW dilakukan modifikasi bentuk antena mikrostrip segi empat.

## 2. Kerangka Teoritis Dan Pengembangan Hipotesis

### A. Desain Antena SAR Bentuk Segi Empat.

Antena SAR yang dibuat bekerja pada frekuensi 10 GHz dengan material yang digunakan adalah substrat Duroid 4350b. spesifikasi substrat yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Untuk merancang dimensi lebar *patch* antenna SAR yang bekerja difrekuensi 10 GHz dapat dilakukan perhitungan dengan menggunakan Persamaan 1[7]. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh lebar *patch* sebesar 10,02 mm.

$$W = \frac{c}{2fr\sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}} \quad (1)$$

Sementara itu, nilai panjang *patch* dapat dicari dengan menggunakan Persamaan 2, 3, 4 dan 5[7]. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh panjang *patch* sebesar 6,79 mm.

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (2)$$

$$L_{eff} = \frac{c}{2fr\sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (3)$$

$$\Delta L = 0,412h \left[ \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3)(\frac{W}{h} + 0,264)}{(\epsilon_{reff} - 0,258)(\frac{W}{h} + 0,8)} \right] \quad (4)$$

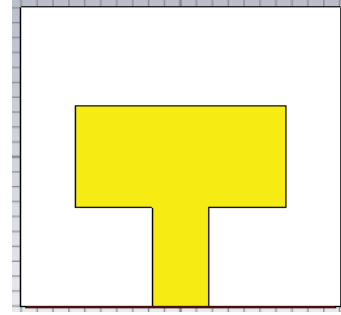
$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12h}{W}}} \right) \quad (5)$$

Saluran pencatu yang digunakan pada perancangan awal untuk frekuensi 10 GHz mempunyai impedansi masukan sebesar 50  $\Omega$ [8][9]. Untuk mencari lebar saluran pencatu pada impedansi 50  $\Omega$  digunakan Persamaan 6 dan Persamaan 7[7]. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh lebar saluran pencatu bernilai 3,45 mm.

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[ \ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (6)$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_o\sqrt{\epsilon_r}} \quad (7)$$

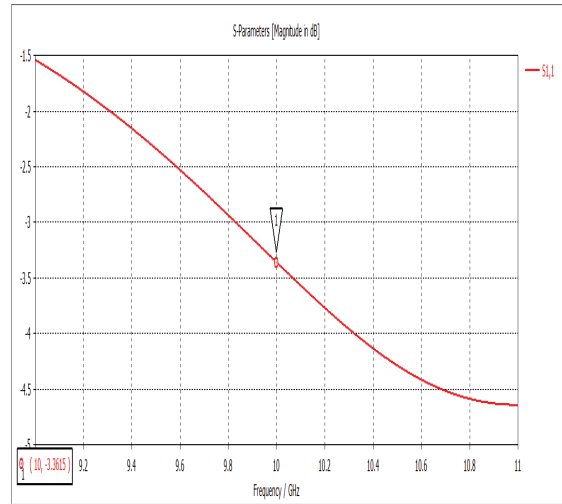
Dari hasil perhitungan yang telah dilakukan maka didapat lebar *patch*, panjang *patch* dan lebar saluran pencatu persegi panjang sebesar 10,02 mm, 6,79 mm dan 3,45 mm. Dimensi antenna mikrostrip bentuk persegi panjang yang didapatkan dari hasil perhitungan dengan teori, masih bisa berubah setelah dilakukan iterasi simulasi dengan bantuan *software*. Gambar antenna SAR berdasarkan hasil dari perhitungan teori dapat dilihat pada Gambar 1 dan ukuran antenna SAR dari hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 1. Bentuk *patch* antenna SAR sebelum diiterasi.

TABEL 2  
UKURAN ANTENA SAR DARI HASIL PERHITUNGAN

Diameter Antena SAR	mm
Panjang Patch	6,79
Lebar Patch	10,02
Lebar Saluran Pencatu	3,45

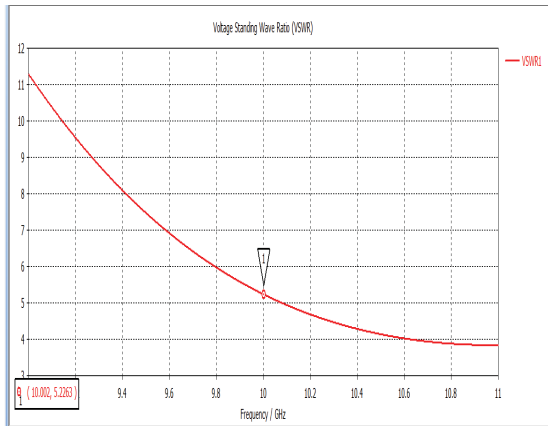


Gambar 2. Return loss sebelum dilakukan iterasi.

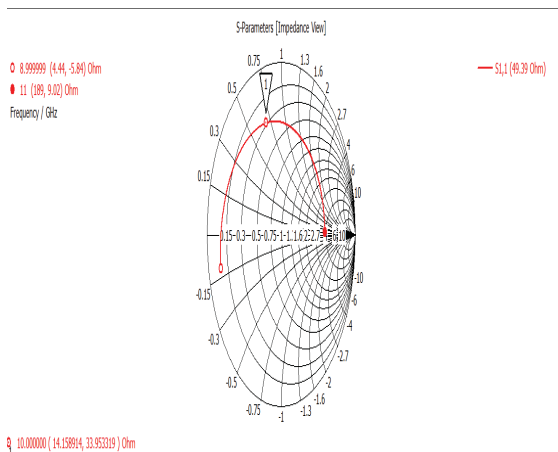
## B. Simulasi Antena SAR.

Dari Gambar 1 dan data pada Tabel 2 dilakukan simulasi dengan menggunakan *Software*. Dari hasil simulasi maka dapat dilihat parameter *output* antenna SAR yang didesain dengan menggunakan perhitungan teori. Adapun parameter *output* antenna SAR *return loss* antenna dapat dilihat pada Gambar 2, grafik VSWR dapat dilihat pada Gambar 3, impedansi antenna dapat dilihat dari *smithchart* pada Gambar 4 dan pola radiasi antenna dapat dilihat pada Gambar 5.

Dari Gambar 2 nilai return loss yang didapatkan sebelum dilakukan iterasi pada frekuensi kerja 10 GHz adalah -3,36 dB. Tentunya nilai *return loss* yang dihasilkan masih cukup besar dan masih jauh dari nilai setandar minimal yang diizinkan yaitu -10 dB[10]. Sehingga antenna yang didesain masih perlu dilakukan iterasi untuk mendapatkan nilai yang optimal sebelum di pabrikasi menjadi antenna SAR.



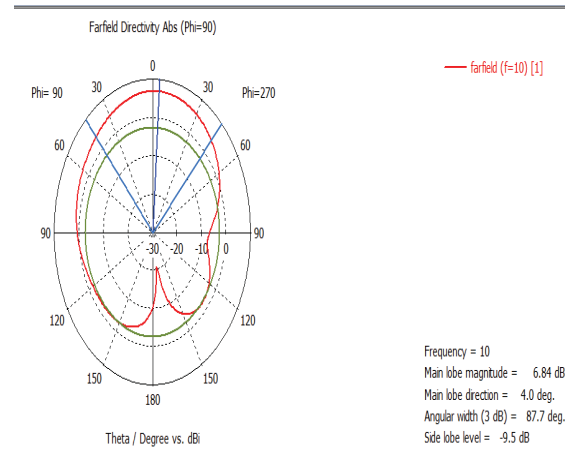
Gambar 3. Grafik VSWR sebelum dilakukan iterasi.



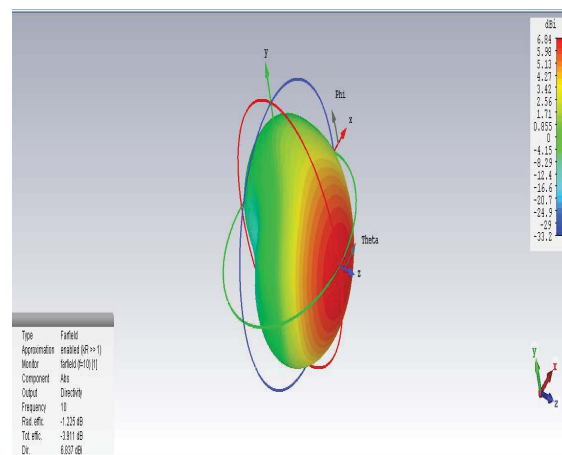
Gambar 4. Smithchart impedansi sebelum dilakukan iterasi.

Sebelum dilakukan iterasi maka didapatkan nilai VSWR sebesar 5,22 pada Gambar 3. Dari grafik VSWR tersebut maka antenna yang didesain masih sangat jauh untuk memenuhi nilai standar minimal yang diizinkan, dimana setandar VSWR antenna adalah 2 sampai dengan 1. Pada penelitian ini ditargetkan nilai VSWR kurang dari 1,2 untuk mendapatkan kinerja antenna SAR yang baik, tanpa menimbulkan gelombang balik ke pemancar atau transmitter.

Antena SAR yang dirancang menggunakan impedansi sebesar  $50\Omega$ . Pada saat antenna belum dilakukan iterasi didapatkan impedansi pada Gambar 4 sebesar  $33,95\Omega$  tentunya nilai impedansi dari hasil perancangan sebelum dilakukan iterasi sangat jauh dari nilai  $50\Omega$  hal ini apabila antenna SAR langsung dibuat maka akan mengakibatkan antenna tidak *matching* atau rugi-rugi daya akan sangat besar, sehingga gelombang elektromagnetik yang dipancarkan sangat lemah. Dengan kondisi impedansi yang jauh dari standar yang telah ditetapkan maka antenna SAR yang dirancang masih diperlukan iterasi untuk mendapatkan impedansi yang mendekati  $50\Omega$ .



Gambar 5. Polarisasi 2D sebelum dilakukan iterasi.



Gambar 6. Polarisasi 3D sebelum dilakukan iterasi.

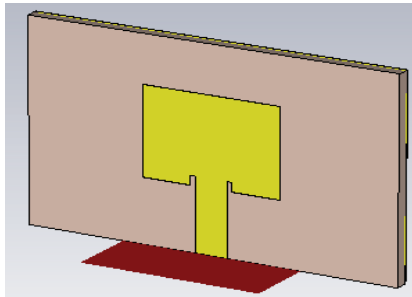
Dari Gambar 5 dan Gambar 6 dapat dilihat pola radiasi antenna yang dihasilkan sebelum diiterasi adalah omni direksional dengan *gain* 6,84dBi dan HPBW  $87,7^\circ$ . Dari gambar pola radiasi antenna yang didesain sebelum dilakukan iterasi daya yang dipancarkan oleh antenna SAR masih menyebar kesegala arah sehingga jarak jangkauan gelombang elektromagnetik yang dipancarkan oleh antenna menjadi pendek. Untuk membuat antenna SAR mempunyai pola radiasi direksional atau yang terpusat maka perlu dilakukan metode-metode dalam desain antenna SAR sehingga *gain* yang dihasilkan cukup besar dan HPBW antenna menjadi kecil dan diharapkan dalam desain antenna SAR didapatkan *gain* diatas 13 dBi dan HPBW kurang dari  $45^\circ$ [11]. Sehingga pola radiasi yang dihasilkan pada gambar 2 dimensi dan 3 dimensi menjadi pola direksional atau terpusat kesuatu arah.

### C. Iterasi Antena SAR.

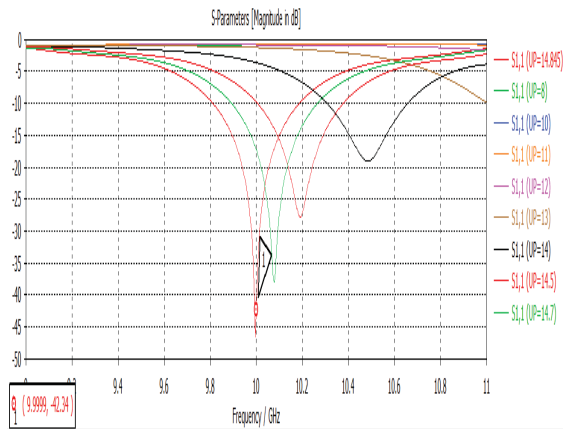
Untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam desain antenna mikrostrip, maka perlu dilakukan proses iterasi. Proses iterasi ini bertujuan untuk membuat *output* antenna

TABEL 3  
UKURAN ANTENA SAR SETELAH DIITERASI

Diameter Antena SAR	mm
Panjang Patch	11
Lebar Patch	14,84
Lebar Saluran Pencatu	3,5
Lebar Saluran Pencatu	8



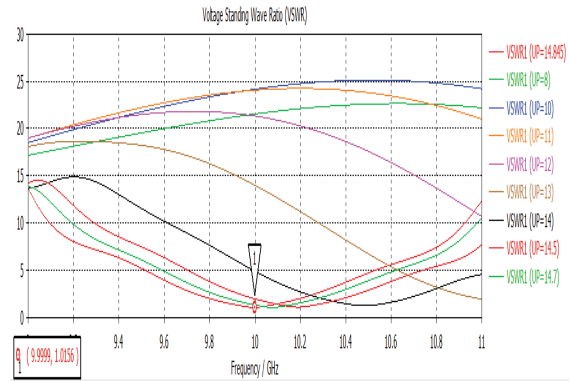
Gambar 7. Antena SAR setelah iterasi



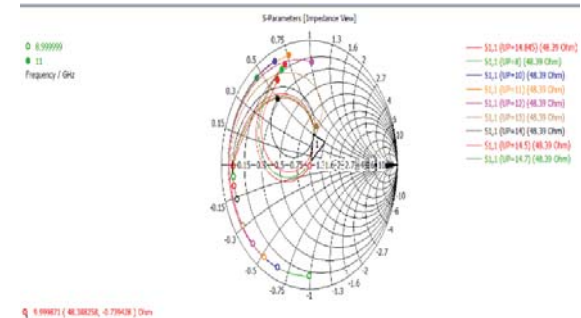
Gambar 8. Proses iterasi nilai *return loss*

yang didesain memenuhi standar yang telah ditetapkan yaitu *return loss* kurang dari -10 dB[12], VSWR kurang dari 2 dan nilai impedansi mendekati 50Ω. Proses iterasi desain antena SAR ini dengan cara menambah atau mengurangi ukuran antena dari desain awal yaitu menambah dan mengurangi ukuran panjang dan lebar *patch* antena segi empat dan dilanjutkan dengan iterasi lebar dan panjang saluran pencatu antena SAR. Dari proses iterasi yang dilakukan didapatkan ukuran antena yang siap di cetak atau dipabrikan dapat dilihat pada Tabel 3. Dan bentuk antena SAR setelah dilakukan proses iterasi dapat dilihat pada Gambar 7.

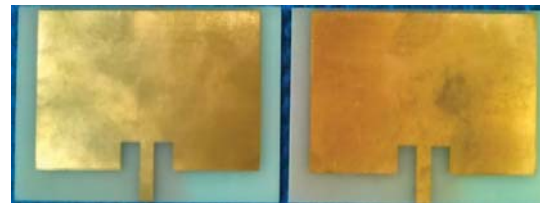
Gambar 7 adalah gambar desain antena SAR yang telah selesai diiterasi dan siap dipabrikan, untuk *output* proses iterasi grafik *return loss* dapat dilihat pada Gambar 8, proses iterasi VSWR dapat dilihat pada Gambar 9 dan proses iterasi impedansi dapat dilihat pada Gambar 10.



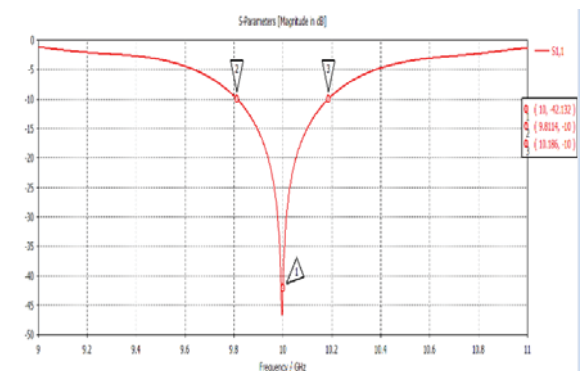
Gambar 9. Proses iterasi nilai VSWR



Gambar 10. Proses iterasi nilai impedansi



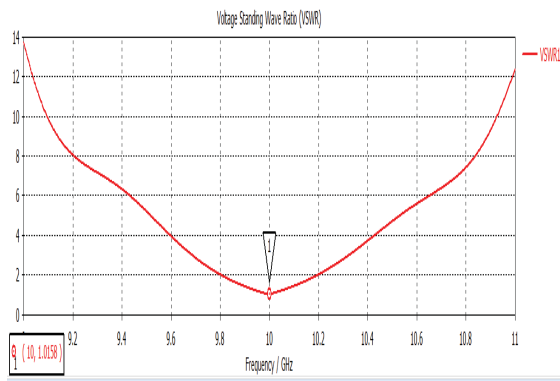
Gambar 11. Antena SAR di frekuensi kerja 10 GHz



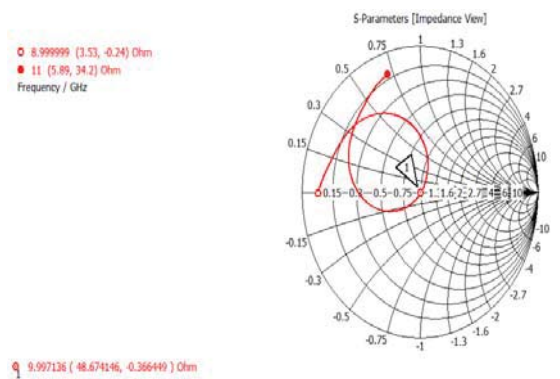
Gambar 12. *Return loss* antena SAR

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil desain, iterasi dan dilakukan pabrikan antena SAR dapat dilihat pada Gambar 11. Parameter output antena SAR yang didapat nilai *return loss* dapat dilihat pada Gambar 12, nilai VSWR dapat dilihat pada



Gambar 13. VSWR antenna SAR



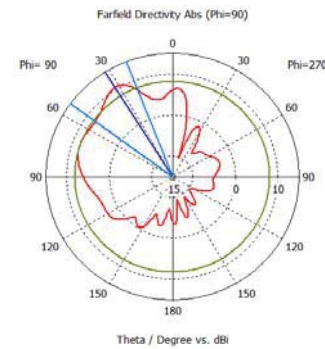
Gambar 14. Impedansi antenna SAR

Gambar 13, nilai impedansi antenna dapat dilihat pada Gambar 14 dan polaradiasi dapat dilihat pada Gambar 15 dan Gambar 16.

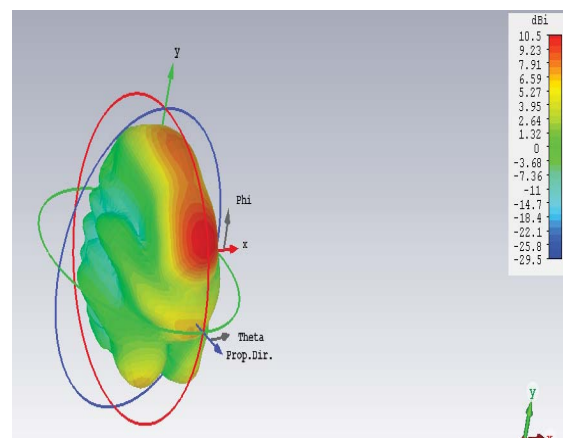
Dari Gambar 12 nilai *return loss* antenna SAR yang dibuat difrekuensi 10 GHz adalah -42,13 dB. Dari nilai *return loss* yang didapatkan dari output antenna SAR sebesar -42,13 dB, berarti antenna SAR yang dibuat telah memenuhi standar *return loss* antenna yaitu kurang dari -10 dB[12]. Nilai *return loss* yang didapatkan sangat baik sehingga rugi – rugi daya pancar dari antenna sangat kecil. Dari gambar grafik *return loss* didapatkan *bandwidth* antenna SAR sebesar 0,377 GHz.

Nilai VSWR antenna SAR yang dibuat sebesar 1,0158 dimana standar VSWR antenna adalah dari 1 samapi dengan 2. Dengan nilai VSWR yang didapat hampir mendekati 1 maka antenna SAR yang dibuat sangat baik dikarenakan gelombang balik kepemancar sangat kecil sehingga hampir semua daya terpancar ke udara.

Impedansi antenna SAR yang dibuat dari grafik *smithchart* sebesar 48,67Ω telah mendekati nilai 50Ω. Dengan impedansi yang didapat sebesar 48,67Ω maka antenna SAR yang dibuat telah memenuhi standar antenna dan antenna SAR yang dibuat dapat dikatakan *matching* sempurna dengan rugi-rugi yang dihasilkan cukup kecil.



Gambar 15. Pola Radiasi 2D antenna SAR



Gambar 16. Pola Radiasi 3D antenna SAR

Pola radiasi antenna SAR yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 15 dan Gambar 16, dari gambar pola radiasi tersebut didapatkan *gain* sebesar 10,5 dBi. Dengan HPBW sebesar 32,4° tentunya dengan nilai HPBW 32,4° pola radiasi yang didapatkan sudah directional walaupun belum optimal. Untuk mendapatkan nilai HPBW kurang dari 15° tentunya harus dilakukan penambahan atau pengembangan desain lagi dengan menggunakan penamabahan *patch* menggunakan metode array supaya antena SAR lebih sempurna.

#### 4. PENUTUP

##### Kesimpulan

Dari hasil penelitian antenna SAR yang telah dilakukan, didapatkan hasil parameter *output* antenna dengan nilai *return loss* sebesar -42,13 dB, VSWR sebesar 1,0158, impedansi antenna 48,67Ω, *bandwidth* 0,377 GHz, HPBW sebesar 15° dan *gain* 10,5 dBi. Berdasarkan dari nilai *output* antenna SAR yaitu *return loss*, VSWR, impedansi, maka antenna SAR yang dibuat pada frekuensi 10 GHz telah memenuhi standar antenna dengan parameter *output* yang sangat baik, tetapi masih perlu pengembangan lagi dipola radiasi antenna untuk meningkatkan nilai *gain* dan mempersempit nilai HPBW antenna SAR.



## REFERENSI

- [1] R. Fitrianto, Y. S. Rohmah, and E. F. A. M. Saputra, "Rancang Bangun Band Pass Filter Frekuensi 1 - 27 GHz untuk Teknologi Synthetic Aperture Radar," vol. 5, no. 2, pp. 149–168, 2017.
- [2] A. D. Prasetyo and D. A. Nurmantris, "Rancang Bangun Antena Microstrip Array dengan Teknik Pencatu Proximity Coupler untuk Sensor Circular Polarized Synthetic Aperture Radar (CP-SAR)," Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom Fakultas Elektro dan Komunikasi, Universitas Telkom Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom Abstrak," vol. 1, no. 1, pp. 431–447, 2014.
- [3] A. Mukhtar, A. Putri, S. Jayani, J. Cagak, S. Km, and B. Indonesia, "Implementasi Chirp Signal Generator pada FPGA untuk Misi Pencitraan LAPAN Surveillance Aircraft-Synthetic Radar (LSA-SAR)," pp. 1–14, 2015.
- [4] W. Junita Monika Pasaribu, Jalu Tejo Nugroho, "Pemanfaatan Penginderaan Jauh untuk Pemantauan Penurunan Muka Tanah (Land Subsidence)," vol. 7, no. 25–42, 2014.
- [5] M. A. Arif, H. Wijanto, and A. D. Prasetyo, "Perancangan Duplexer Jenis Ferrite Circulator untuk Aplikasi Synthetic Aperture Radar (SAR)," vol. 3, no. 2, pp. 1861–1867, 2016.
- [6] B. Syihabuddin, D. A. Nurmantris, and A. D. Prasetyo, "Perancangan Bandpass Filter Pita Sempit pada Frekuensi L-Band untuk Aplikasi Synthetic Aperture Radar ( SAR )," vol. 9, no. 2, pp. 198–203, 2017.
- [7] I. Surjati, *Antena mikrostrip konsep dan aplikasinya*. jakarta: universitas trisakti, 2010.
- [8] V. Keerthi, H. Khan, and P. Srinivasulu, "Design of C-Band Microstrip Patch Antenna for Radar Applications Using IE3D," *IOSR-JECE*, vol. 5, no. 3, pp. 49–58, 2013.
- [9] N. Rahman and M. T. Islam, "A Tuning Fork-Shaped Microstrip Patch Antenna for X-Band Satellite and Radar Applications," *IEEE*, pp. 17–18, 2017.
- [10] T. M. Neebha and M. Nesusudha, "Artificial Neural Network Based Design of a Microstrip Patch Antenna for RADAR Applications," *IEEE*, no. August, pp. 93–98, 2012.
- [11] D. Wijoyono, S. Ramadhanty, D. Rakmatullah, and F. Y. Zulkifli, "Uniform Microstrip Array Antenna with Low Sidelobe Level for Coastal Surveillance Radar Application at 9 . 37 – 9 . 43 GHz," *IEEE*, pp. 22–25, 2017.
- [12] S. Gupta, S. S. Dhillon, P. Khera, and A. Marwaha, "Dual band u-slotted microstrip patch antenna for c band and x band radar applications," in *IEEE*, 2013, pp. 41–45.