

## Simulasi Desain Antena *Microstrip Array* dengan Tingkat *Sidelobe* Rendah untuk Sensor *Synthetic Aperture Radar*

Alvisda Damai<sup>1)</sup>, Asrizal<sup>2)</sup>, Yohandri<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

<sup>2)</sup>Staf Pengajar Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

alvisdamg@gmail.com

### ABSTRACT

*The simulation of design of rectangle microstrip array antenna is presented in this paper. The proposed antenna is designed operate in 1.27 GHz (L-band) and consists of three element of the patch. The CST Studio Suite is employed in this simulation to obtain the low sidelobe level. This work aimed to produce the satisfactory antenna characteristics for the SAR sensor. The low sidelobe level of the antenna is generated using Taylor Line Source method. Based on the simulation result, the antenna parameter such as S11, VSWR, impedansi (z) is -29.74 dB, 1.06, 50.05 ohm, respectively. the magnitude mainlobes = 11.3 dB and value side lobe level for  $\Theta = -60^\circ$  is 16.6 dB, and for  $\Theta = 60^\circ$  is 20.3 dB. The results of this simulation enough to fulfill characteristic antennae mikrostrip array with a lobes side greater than 15 dB.*

**Keywords:** Simulation antenna, microstrip array, low sidelobe, sensor SAR, CST STUDIO SUITE.

---

### PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi dan informasi sangat dipengaruhi oleh perkembangan ilmu fisika. Perkembangan ilmu fisika diperoleh dari pengamatan gejala-gejala yang terjadi di alam. Gejala-gejala tersebut dimodelkan agar mudah dipahami dan dihemat. Pemodelan dapat dilakukan melalui simulasi kemungkinan sesuatu yang akan terjadi pada gejala alam. Gejala dapat diamati, pengamatan dapat dilakukan dengan sistem penginderaan jauh.

Penginderaan jauh merupakan suatu cara untuk mendapatkan data atau informasi dari suatu objek, daerah tertentu dan gejala alam, tanpa berhubungan langsung dengan objek. Informasi yang didapatkan berguna untuk memantau keadaan dari objek, maupun daerah tersebut, seperti untuk pemantauan daerah yang terkena bencana alam. Disamping itu, informasi yang diperoleh juga dapat digunakan dalam dunia penerbangan untuk mengetahui keadaan suatu wilayah yang akan dilewati oleh pesawat atau pemantauan keamanan udara.

Teknologi penginderaan jauh diantaranya menggunakan gelombang elektromagnetik yang digunakan sebagai sensor *Synthetic Aperture Radar* (SAR). Sensor SAR adalah radar citra (*imaging radar*) yang bekerja dengan menggunakan gerak relatif antara antena dan area targetnya yang

disimulasikan dengan antena yang berukuran relatif kecil. Untuk menghasilkan gambar penginderaan jauh beresolusi tinggi, sensor SAR mengolah data magnitudo dan fase dari pantulan sinyal yang dipancarkan.

Antena SAR umumnya disusun secara *array*. Penyusunan antena secara *array* ini akan menghasilkan magnitudo berkas (*beam*) disamping berkas utama yang dikenal dengan lobus samping (*sidelobe*). Magnitudo lobus samping merupakan berkas yang ada di samping *mainlobe* (lobus utama). Pola radiasi dari lobus samping dapat mengganggu informasi yang diterima oleh antena, sehingga dapat menghasilkan kekeliruan informasi.

Gangguan informasi mengakibatkan kesalahan pada pencitraan oleh radar. Gangguan informasi ini dapat menimbulkan kerugian – kerugian dalam aktifitas yang menggunakan citra radar sebagai panduan. Sehingga dapat menimbulkan kesalahan dalam mengambil tindakan dalam menanggapi citra radar yang dapat berakibat fatal bagi pelaksana tindakan.

Nilai magnitudo *sidelobe* yang besar menyebabkan pola radiasi yang tidak sesuai dengan karakteristik antena. Magnitudo dari *sidelobe* tidak dapat dihilangkan, tetapi magnitudo *sidelobe* dapat diminimalkan. Untuk itu diperlukan suatu rancangan dan simulasi antena yang sesuai dengan karakteristik antena

mikrostrip *array*, supaya magnitudo lobus samping tidak mengganggu informasi yang akan diperoleh, sehingga akurasi informasi diterima optimal.

Antena *array* memerlukan desain yang optimal, untuk mendapatkan lobus samping yang dapat ditekan levelnya serendah mungkin. Antena radar mempunyai tingkat lobus samping yang rendah dengan syarat minimum untuk antena *mikrostrip array* yaitu  $>-15$  dB (Rizki Akbar,2010). Untuk memperoleh lobus samping yang rendah dan nilai  $>-15$  dB perlu dilakukan penelitian, karena itu sebagai judul penelitian yaitu “Simulasi Desain Antena *mikrostrip array* dengan Tingkat *Sidelobe* Rendah untuk Sensor *Synthetic Aperture Radar*”.

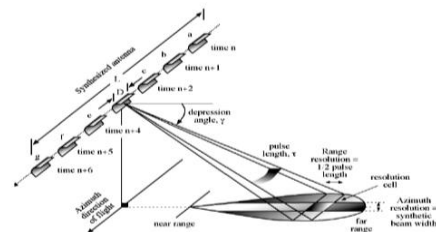
Kelebihan yang dimiliki oleh antena mikrostrip dibandingkan dengan antena konvensional yaitu ukuran bisa kompak, ringan, murah dan mudah diintegrasikan dengan rangkaian elektronik. Disamping itu, fleksibilitas dalam merancang antena menggunakan mikrostrip lebih baik. Untuk mendapatkan hasil yang sesuai, dilakukan dengan memilih jenis substrat yang akan digunakan, bentuk struktur antena atau jenis feeding yang akan dipakai sehingga dihasilkan antena sesuai dengan tujuan yang diharapkan (Balanis, 2005 and Lo YT., dkk., 1993).

Terdapat empat bagian antena mikrostrip secara umum yang terdiri dari radiator, substrat, ground dan pencatu (*feeding*). secara umum antena mikrostrip memiliki empat bagian. Bagian-bagian antena mikrostrip tersebut terdiri dari beberapa elemen diantaranya radiator, substrat, *ground*, dan *feeding* (pencatuan). Elemen-elemen antena mikrostrip ini nantinya akan mempengaruhi nilai keluaran dari desain yang dibuat.

#### Radar dan cara kerja Sensor SAR

Radar adalah sensor aktif, dimana iluminasi terhadap target tidak bergantung pada sumber lain sehingga memungkinkan sensor ini bekerja pada siang dan malam hari. Untuk panjang gelombang tertentu, sensor ini dapat menembus hujan dan awan sehingga bisa beroperasi pada berbagai kondisi cuaca. Jadi kemungkinan terganggunya kerja radar oleh perubahan cuaca dapat diminimalisir (Franceschetti, 1999).

Cara kerja dari SAR ini dapat diilustrasikan seperti Gambar 1 yang terdapat pada buku *Active Microwave Remote Sensing* (Dozier, 2008).



Gambar 1. Ilustrasi Prinsip Kerja SAR

Berdasarkan Gambar 1, dapat dilihat bahwa setiap pulsa yang dipancarkan dari sensor akan kembali diterima pantulannya pada sistem penerima dan direkam. Kemudian dari sejumlah data yang direkam sepanjang lintasan pesawat akan diolah menggunakan variasi frekuensi Doppler dan demodulasi dengan mengatur variasi frekuensi pada sinyal yang diterima pada tiap titik dari bumi. Melalui penyaringan sinyal ini akan dihasilkan gambar atau citra dengan resolusi tinggi

#### Parameter Antena

Parameter antena merupakan gambaran kemampuan kerja suatu antena. Parameter antena menghasilkan karakteristik antena yang merupakan sifat yang mendasari dalam mengetahui kemampuan kerja antena.

#### 1 Dimensi Patch Persegi Panjang

*Patch* persegi panjang merupakan bentuk yang paling umum digunakan dan mudah dalam menganalisisnya. *Patch* berbentuk persegi panjang, terdiri dari panjang ( $L$ ) dan lebar ( $W$ ) persegi. Cara perhitungan yang bisa digunakan untuk merancang dimensi antena persegi panjang dapat digunakan beberapa persamaan (2) berikut:

$$W = \frac{c}{2 f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (1)$$

Persamaan (1) merupakan persamaan yang dapat digunakan untuk menentukan lebar *patch*. Dimana,  $c$  merupakan kecepatan cahaya di ruang bebas yaitu  $3 \times 10^8$  m/s,  $f_0$  adalah frekuensi kerja dari antena,  $\epsilon_r$  adalah konstanta dielektrik dari bahan substrat. Sementara untuk menentukan panjang *patch* ( $L$ ) dapat menggunakan persamaan (3):

$$\Delta L = 0.412 h \frac{(\epsilon_{reff} + 0.3) \left( \frac{h}{W} + 0.264 \right)}{(\epsilon_{reff} + 0.3) \left( \frac{h}{W} + 0.8 \right)} \quad (2)$$

Pada persamaan (2)  $h$  adalah tinggi substrat, sedangkan  $\epsilon_{reff}$  merupakan konstanta dielektrik relatif yang dapat dirumuskan seperti persamaan (4):

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \frac{h}{w}}} \right) \quad (3)$$

Panjang *patch* dapat dirumuskan pada persamaan (5):

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (4)$$

dengan  $L_{eff}$  adalah panjang *patch* efektif yang dapat ditentukan dengan persamaan (6) (Yohandri, 2012):

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (5)$$

Hal ini berarti bahwa panjang *patch* dipengaruhi oleh  $\epsilon_{reff}$  merupakan konstanta dielektrik relatif sedangkan untuk lebar *patch* dipengaruhi oleh  $\epsilon_r$  adalah konstanta dielektrik dari bahan substrat.

## 2 Gain Antena

Gain merupakan perbandingan antara intensitas pada arah tertentu dengan intensitas radiasi yang diperoleh jika daya yang diterima teradiasi secara isotropik. Intensitas radiasi berhubungan dengan daya yang diradiasikan secara isotropik sama dengan daya yang diterima oleh antena dibagi dengan  $4\pi$ .

## 3 Bandwidth

*Bandwidth* antena merupakan daerah rentang frekuensi antena agar dapat bekerja secara efektif. Untuk meningkatkan daerah rentang frekuensi antena dapat dilakukan dengan memasukkan unsur *patch* tambahan dan substrat frekuensi resonansi yang sedikit lebih rendah.

## 4 Frekuensi Kerja

Panjang gelombang yang akan digunakan pada sistem radar bergantung pada aplikasi yang akan dikerjakan. Radar menggunakan satu atau lebih jenis band dalam melakukan penginderaan jauh. Radar menggunakan spektrum gelombang elektromagnetik pada rentang frekuensi 300 MHz hingga 30 GHz. Terdapat variasi dari Panjang gelombang yang digunakan radar. Frekuensi kerja yang digunakan adalah L-Band dengan panjang gelombang 15-30 cm dan dengan panjang gelombang 1000-2000 MHz, sedangkan frekuensi tengah yang digunakan dengan besar 1,27 GHz.

## METODOLOGI PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian simulasi. Penelitian simulasi merupakan bentuk penelitian yang bertujuan untuk mencari gambaran melalui sebuah sistem berskala kecil atau sederhana (model) dimana di dalam model tersebut akan dilakukan manipulasi atau

kontrol untuk melihat pengaruhnya. Simulasi adalah sebuah replikasi atau visualisasi dari perilaku sebuah sistem, yang berjalan pada kurun waktu yang tertentu (Udin Syaefudin Sa'ud. 2005:129).

### A. Teknik Analisis Data

Jika data yang didapat belum sesuai dengan parameter yang dasar yang telah ditentukan maka hal yang harus dilakukan adalah menganalisis kekurangan dari data yang dihasilkan kemudian membandingkan data tersebut dengan parameter dasar yang telah ditentukan. Dengan melakukan optimasi pada *software CST STUDIO SUITE*, maka diharapkan parameter yang akan didapatkan akan sesuai dengan parameter dasar.

### B. Variabel Penelitian

Pada penelitian simulasi model Antena mikrostrip *array* dengan tingkat *sidelobe* rendah terdapat beberapa variabel diantaranya meliputi:

- Variabel bebas, penelitian simulasi ini akan mengubah nilai panjang dimensi *patch* dan lebar dimensi *feeding* antena.
- Variabel terikat, Karakteristik antena yang dipengaruhi variabel terikat tersebut diantaranya:
  - Gain antena yang dipengaruhi oleh intensitas radiasi dan masukan total, sehingga intensitas radiasi dan masukan total dapat divariasikan. Hubungan ini dapat dilihat pada persamaan (3) dan (4).
  - Bandwidth* antena yang dipengaruhi oleh frekuensi agar antena dapat bekerja secara efektif. Dimana, frekuensi tersebut dipengaruhi oleh dimensi *patch* antena.
  - VSWR dipengaruhi oleh koefisien refleksi yang dapat dilihat pada persamaan (7), dengan syarat nilai  $VSWR \leq 2$ .

### C. Prosedur Penelitian

Penelitian Antena mikrostrip *array* dengan tingkat *sidelobe* rendah dilaksanakan pada bulan Januari 2016 hingga bulan Agustus 2017. Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Jurusan Fisika UNP. Hasil dari penelitian ini adalah model dimensi antena mikrostrip *array* dengan tingkat lobus samping rendah, supaya sensor SAR dapat bekerja dengan efektif.

Prosedur penelitian ini mengikuti tujuan pertama yakni menentukan desain antenna mikrostrip array tingkat side lobe rendah. Langkah pertama melakukan penelitian, perlu adanya studi tentang antenna seperti bentuk antenna, jenis antenna dan parameter antenna yang nantinya akan mempengaruhi hasil penelitian ini. Dan metode yang tepat untuk mendapatkan tingkat sidelobe rendah, contohnya metode *Taylor Line Source*.

Dalam desain ini, array antenna terdiri atas 3 elemen dengan jarak antar elemen dibuat tetap ( $d = \lambda_0/2$ ) dan tingkat lobus samping dirancang -20 dB. Distribusi daya pada tiap elemen antenna diatur oleh rangkaian pencatu yang dibuat berdasarkan pada koefisien eksitasi faktor *array* antenna (AF). Untuk antenna tiga elemen *patch* antenna, faktor *array* dapat dirumuskan seperti pada persamaan (12) (Stutzman, 1998)

$$f(w) = \frac{\cosh \pi \sqrt{A^2 - \left(\frac{L}{\lambda}\right) w^2}}{\cosh \pi A} \quad (12)$$

Persamaan tersebut merupakan bentuk pola ideal dari metoda Taylor Line source. Secara matematis metode ini diperoleh dari modifikasi persamaan (13) (Stutzman, 1998):

$$f(w) = \frac{\cos \pi \sqrt{x^2 - A^2}}{R} \quad (13)$$

Dimana nilai x diperoleh dari persamaan (14)

$$x = \left(\frac{L}{\lambda}\right) \cos \theta = \left(\frac{L}{\lambda}\right) w \quad (14)$$

dan untuk nilai R pada pola maksimum diketahui pada persamaan (15):

$$P_{2N}(w = 0) = T_N(x_0) = R, \quad ; R = \frac{1}{\pi} \cosh A \quad (15)$$

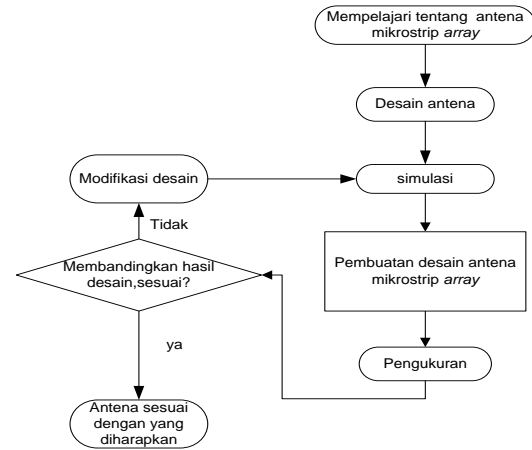
Nilai  $P_{2N}$  didapatkan dari persamaan (16):

$$P_{2N}(x) = T_N(x_0 - a^2 x^2) \quad (16)$$

Dimana untuk jarak antara elemen setengah  $\lambda$  ( $d = \lambda / 2$ ) maka diperoleh  $2 \pi (d / \lambda) \cos \theta = \pi \cos \theta$ . Dari persamaan (12) dapat diaplikasikan pada desain agar memperoleh koefisien eksitasi untuk setiap elemen dan nilai rasio lobus utama dengan lobus samping didapatkan nilai yang optimum.

Pada penelitian ini difokuskan pada antenna mikrostrip array dengan lobus samping rendah. Antena yang dibuat menggunakan tiga *patch*. Untuk mendapatkan lobus samping rendah, ada prosedur penelitian yang harus

dilakukan. Prosedur penelitian yang dilakukan untuk mencapai tujuan-tujuan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 12. Diagram Penelitian

Simulasi antenna array berdasarkan tujuan pertama akan menghasilkan pengaruh variasi panjang dimensi *patch* dan lebar dimensi *feeding* sehingga diperoleh hubungan dimensi antenna terhadap karakteristik antenna.

Tujuan penelitian kedua adalah karakteristik antenna mikrostrip *array* dengan lobus samping rendah sesuai dengan karakteristik antenna yang lebih efektif untuk sensor SAR. Dalam penelitian simulasi desain antenna mikrostrip array dengan tingkat *sidelobe* rendah ini akan dioptimasi melalui simulasi dalam *software CST Studio*.

## HASIL PENELITIAN

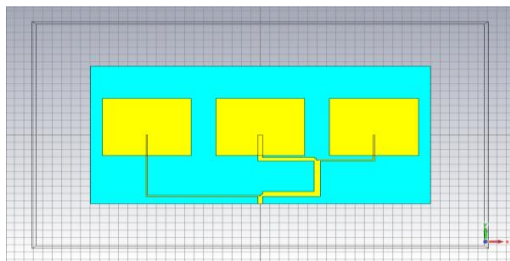
Penelitian berbasis simulasi ini mendapatkan hasil pengukuran desain antenna mikrostrip array untuk aplikasi sensor SAR dengan menggunakan *software CST STUDIO SUITE*. Untuk merancang desain antenna mikrostrip *array* langsung menggunakan *CST STUDIO SUITE*, dengan menghitung panjang dan lebar *patch*, panjang dan lebar *feeding* berdasarkan dasar teori. Antena mikrostrip array yang dirancang bekerja pada frekuensi L-Band dengan rentang frekuensi yang digunakan adalah 1,1 GHz – 1,44 GHz dengan frekuensi kerja 1,27 GHz.

### 1. Parameter - Parameter Desain Antena Mikrostrip Array

Parameter antenna mikrostrip *array* yang sesuai dengan frekuensi kerja bisa didapatkan melalui mensimulasikan desain antenna. Simulasi dari desain berguna untuk mengoptimalkan kerja antenna, setelah antenna

dicetak. *Software* yang digunakan untuk membuat desain dan mensimulasikan antenna mikrostrip *array* ini adalah *software CST STUDIO SUITE*. *Software* ini digunakan karena mudah digunakan dalam mendesain antenna yang berhubungan dengan gelombang elektromagnetik.

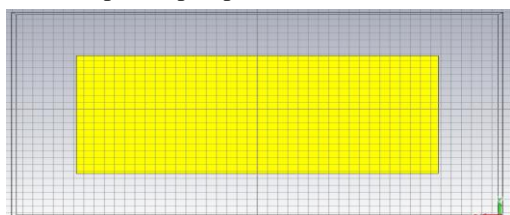
Antena mikrostrip *array* dirancang dengan tiga *patch*, jarak pusat antar *patch* adalah setengah  $\lambda$  (lamda). Untuk menghubungkan port ke *patch* menggunakan feeding dengan panjang yang sama, tetapi lebar feeding dibuat berbeda berdasarkan perhitungan dari dasar teori. Port juga terhubung ke ground antenna, ground antenna terdapat dibelakang *patch* dengan dibatasi oleh substrat. Bentuk desain antenna dapat dilihat pada gambar 13.



Gambar 13. Desain Antena Mikrostrip Menggunakan *Software Cst Studio Suite* Tampak Depan

Pada gambar 13 merupakan bentuk antenna yang terlihat dari bagian depan. Antena dirancang berdasarkan perhitungan posisi pada sumbu X, Y dan Z. sumbu X digunakan untuk panjang antenna, sumbu y sebagai lebar antenna dan sumbu z sebagai ketebalan antenna.

Bagian penyusun antenna mikrostrip *array* mempunyai dimensi ketebalan masing-masing. Patch antenna pada gambar 13 mempunyai ketebalan 0.035mm dengan bahan cooper. Persegi berwarna biru pada gambar merupakan substrat dengan ketebalan 1.6mm, substrate berguna untuk membatasi patch dengan ground antenna. Tebal ground antenna adalah 0.035mm, bentuk ground pada antenna mikrostrip terdapat pada Gambar 14.



Gambar 14. Desain Antena Mikrostrip *Array* Tampak Belakang

Gambar 13 menunjukkan bahwa ground antenna terletak pada bagian belakang desain antenna, karena ground antenna dibuat dari ketebalan nol mm pada sumbu z.

Bahan yang digunakan untuk desain ground antenna juga *cooper*. Ground berfungsi untuk medan pantulan sempurna dengan mengembalikan energi kembali melewati substrat menuju ke udara bebas.

Parameter yang dapat diubah merupakan ukuran pada sumbu x dan sumbu y. Sedangkan ukuran pada sumbu z tidak diubah lagi, karena sudah disesuaikan dengan ketebalan bahan pembuat antenna mikrostrip *array*. Adapun parameter antenna yang digunakan untuk mendesain bentuk antenna dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Parameter	Nilai (mm)	Keterangan
Dh	26,11	Jarak horizontal antar <i>patch</i>
Dhi	12,64	Jarak horizontal <i>patch</i> ke bagian terluar
dv	28,25	Posisi vertikal <i>patch</i>
H	1,6	tebalan substrat di sumbu z
hp	0.035	Ketebalan <i>patch</i> , <i>feeding</i> dan ground
L	94	Panjang <i>patch</i>
W	78,2	Lebar <i>patch</i>
x	18,75	Jarak pusat <i>patch</i> ke ujung <i>feeding</i> di <i>patch</i>
wf	4,81	Lebar feeding utama
wfl	1,443	Lebar feeding <i>patch</i> kiri
wfr	1,443	lebar feeding <i>patch</i> kanan
lfp	10	panjang feeding pencatu

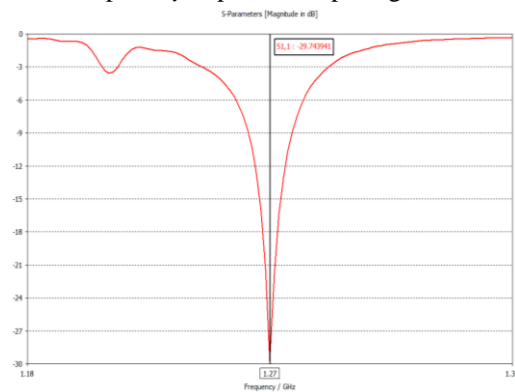
## 2. Karakteristik Hasil Simulasi Antena Mikrostrip *Array*

Simulasi dilakukan secara berulang sampai mendapatkan karakteristik antenna yang sesuai dengan karakteristik antenna mikrostrip *array*. Karakteristik yang digunakan pada penelitian ini adalah frekuensi pusat 1.27 GHz, penguatan antenna (Gain)  $\geq 10$  dBi, impedansi masukan  $50 \Omega$ , koefisien refleksi  $\leq -10$  dB, dan nilai VSWR  $\geq 2$  (Yohandri, 2011).

Antena mikrostrip *array* memiliki parameter terikat dengan yang harus dipenuhi, supaya antenna dapat bekerja dengan optimal. Parameter yang dihasilkan dari simulasi antenna adalah s11, VSWR, Impedansi dan *radiation pattern*.

a. Koefisien refleksi (S11)

S11 merupakan koefisien refleksi dari pancaran gelombang elektromagnetik dari port dan penerimaan kembali gelombang elektromagnetik oleh port. Besar nilai dari S11 yang bagus untuk antenna adalah  $\leq -10$  dB. Bentuk grafik S11 dari desain antenna mikrostrip *array* dapat dilihat pada gambar 16.

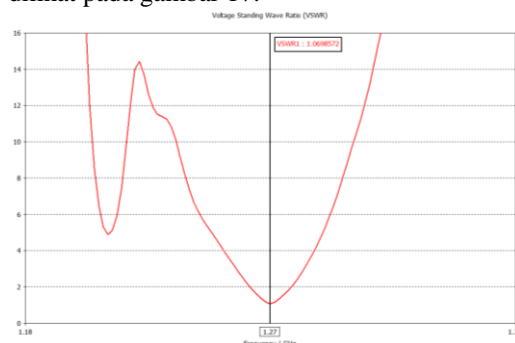


Gambar 16. Hubungan S11 dengan Frekuensi Kerja Antena

Dari gambar dapat dilihat bahwa nilai S11 pada frekuensi kerja adalah -29,74 dB, dan merupakan puncak terendah dari grafik, ini menunjukkan bahwa desain antenna sudah memenuhi syarat untuk nilai S11 agar antenna dapat bekerja optimal.

b. VSWR (*Voltage Standing Wave Ratio*)

VSWR merupakan perbandingan antara amplitudo gelombang berdiri maksimum ( $V_{maks}$ ) dengan amplitudo gelombang berdiri minimum ( $V_{min}$ ). VSWR ditunjukkan oleh nilai rasio refleksi tegangan yang dipancarkan dengan tegangan yang diterima kembali. Besar VSWR yang disyaratkan adalah  $\leq 2$ . Besar dari VSWR yang terukur dari simulasi antenna dapat dilihat pada gambar 17.



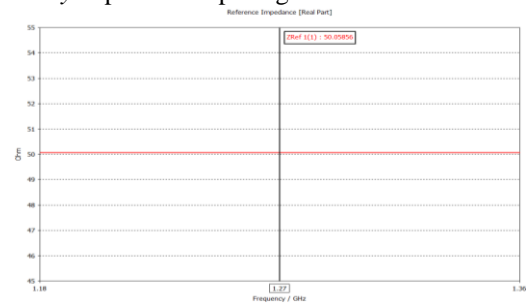
Gambar 17. Hubungan VSWR dengan Frekuensi Kerja Antena

Dari grafik dapat dilihat bahwa nilai VSWR pada frekuensi kerja antenna adalah 1.069, nilai dari VSWR ini menunjukkan bahwa desain

antenna saat disimulasikan sudah memenuhi syarat dan antenna bekerja dengan baik.

c. Impedansi Masukan (Z)

Impedansi masukan dari antenna mikrostrip *array* adalah 50 ohm. Ini merupakan syarat nilai impedansi untuk merancang antenna pada umumnya. Supaya antenna dapat bekerja dengan optimal. Impedansi dipengaruhi oleh lebar feeding. Besar impedansi yang terukur dari simulasi desain antenna mikrostrip *array* dapat dilihat pada gambar 18.

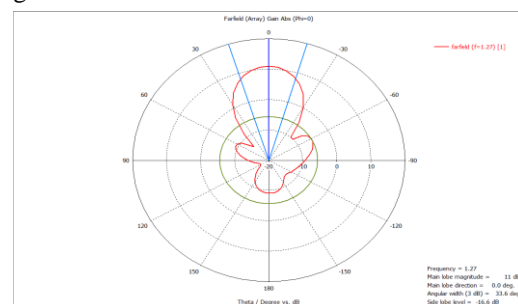


Gambar 18. Besar Impedansi Masukan (Z) dari Desain Antena

Dari gambar 8 dapat dilihat bahwa besar impedansi masukan telah memenuhi syarat karakteristik antenna yaitu 50,05 ohm. Besar impedansi juga mempengaruhi tahanan masukan dan besar tegangan yang dipancarkan. Nilai impedansi masukan diatur supaya tidak terjadi jatuh tegangan pada antenna mikrostrip *array* yang didesain.

d. Pola Radiasi

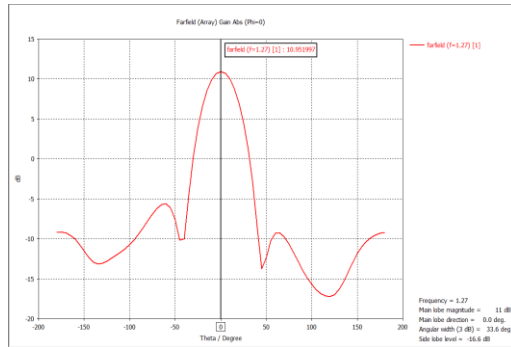
Pola radiasi (*radiation pattern*) merupakan bentuk normalisasi dari radiasi antenna. Antenna mikrostrip *array* didesain berpolarisasi linear dengan phi konstan ( $\phi=0$ ). Nilai dari besar radiasi antenna (dB) berbanding dengan sudut ( $\theta$ ) gelombang yang diradiasikan dapat dilihat pada gambar 19 dan gambar 20.



Gambar 19. Farfield (array) gain antenna  
Dari Gambar 19 dapat dilihat bahwa lobus utama memancarkan gelombang pada theta bernilai nol. Jadi arah radiasi dari antenna adalah pada sudut nol, ini menunjukkan polarisasi

antena adalah linear. Nilai *sidelobe level* (tingkat side lobe) ditunjukkan bernilai -16,6 dB, nilai *sidelobe level* ini sudah memenuhi karakteristik antenna yang baik.

Karena telah  $\leq -15$ dB. Untuk melihat lebih jelas perbandingan besar radiasi dari lobus utama dengan lobus samping dapat kita lihat grafik pada gambar 20 berikut.



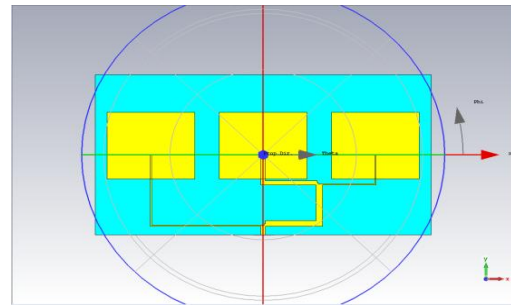
Gambar 20. Radiation Pattern Antena Mikrostrip Array

Pada gambar 20 dapat dilihat besar radiasi yang dipancarkan adalah 11 dB, besar radiasi ini juga sudah memenuhi syarat dari antenna. Dan nilai *sidelobe level* ditunjukkan oleh beda nilai dari radiasi lobus utama dengan lobus samping, nilai lobus utama 11 dB pada sudut 0 derajat dan lobus samping -5,6 dB pada sudut 60 derajat, beda dari keduanya adalah 16,6 dB.

### PEMBAHASAN

Simulasi desain antenna mikrostrip array pada software *CST studio suite* menggunakan perhitungan dari dasar teori dengan frekuensi kerja 1,27 GHz, mendapatkan panjang dan lebar patch dengan nilai 93mm dan 79,8mm, setelah dioptimasi panjang patch berubah menjadi 94mm dan 78,2mm. Jarak antara pusat masing-masing patch adalah setengah lamda ( $\lambda/2$ ) dengan nilai 118,11mm. dan panjang feeding didapatkan dari perhitungan  $n\lambda/4$ , didapatkan panjang feeding yang sama menuju ke 3 patch dengan  $n=4$  adalah 236,22mm. dan lebar feeding utama adalah 4,81mm. ground dan substrat antenna mempunyai dimensi panjang dan lebar yang sama yaitu 356,5mm dan 156,4mm.

Untuk mendapatkan hasil tingkat *sidelobe* rendah, penulis mengatur posisi patch, feeding, substrat dan ground. Desain posisi dari bagian antenna yang telah disimulasikan dapat dilihat pada gambar 21 berikut ini.



Gambar 21. Bentuk Desain pada Farfield. Desain yang ditampilkan pada parfield ini berguna untuk mengatur posisi ujung *feeding* pada patch berada tepat pada titik nol sumbu x, ketika antenna dilihat dari bagian depan. Dengan mengatur posisi *feeding* berpengaruh untuk mendapatkan nilai S11 tepat pada puncak terendah. Nilai S11 dari menyimulasikan desain antenna adalah -29,74 dB.

Nilai VSWR, perubahan s11 dengan VSWR berbanding lurus, nilai VSWR yang didapatkan adalah 1,069. Syarat VSWR untuk karakteristik antenna yang bagus adalah  $\leq 2$ , jadi nilai vswr sudah memenuhi syarat karakteristik antenna.

Perubahan besar impedansi masukan dipengaruhi oleh perubahan lebar dan panjang *feeding*, untuk mendapatkan nilai impedansi masukan 50 ohm, dengan mengatur panjang *feeding* dengan rumus  $4\lambda/4$  didapatkan panjang *feeding* 236,22mm dan untuk lebar *feeding*, supaya impedansi masukan 50 ohm, didapatkan nilai lebarnya 4,81mm untuk feeding pencatu.

Pada gambar 21 terlihat feeding masing-masing patch berbeda. Ini dibuat untuk mendapatkan tingkat *sidelobe* rendah dengan perhitungan menggunakan metode Taylor Line Source. Menggunakan metode ini didapatkan perbandingan energi masuk ke masing-masing patch. *feeding* menuju patch kanan dan kiri memiliki ukuran yang sama dengan perbandingan dengan patch tengah sebesar 0.3043 : 1 dan didapatkan lebar *feeding* 1,443mm untuk feeding samping dan 4,81 untuk *feeding* tengah. Hasil perhitungan dari metode taylor line source dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hasil Perhitungan Metode Taylor Line Source

n	F (ñ,An)	W <sub>n</sub> <sup>3</sup>
0	1	0
±1	0,3043	0,25
±2	0,1272	0,5

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi desain antena mikrostrip *array* menggunakan software *CST Studio Suite*, dapat dirumuskan beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Telah dihasilkan desain antena mikrostrip *array* dengan tingkat lobus samping rendah untuk aplikasi sensor SAR menggunakan software *CST STUDIO SUITE*. Frekuensi kerja antena dirancang pada 1,27 GHz (L-Band) mendapatkan nilai parameter S11, VSWR, Impedansi masukan (Z) dan Pola Radiasi. Parameter tersebut dipengaruhi oleh panjang, lebar dan posisi dari *patch*, *feeding* dan *ground* antena yang didesain. Parameter untuk desain dihitung berdasarkan teori. Setelah desain disimulasikan didapatkan hasil yang mendekati karakteristik antena yang dibutuhkan.
2. Hasil simulasi optimal antena mikrostrip *array* dengan tingkat lobus samping rendah untuk sensor SAR menggunakan software *CST STUDIO SUITE* telah diperoleh. Berdasarkan hasil simulasi diperoleh nilai S11 = -29,74 dB, VSWR = 1,06, impedansi = 50,05 ohm, magnitudo lobus utama = 11 dB, tingkat lobus samping untuk  $\theta = -60^\circ$  adalah 16,6 dB dan tingkat lobus samping untuk  $\theta = 60^\circ$  adalah 20,3 dB. Hasil simulasi ini sudah memenuhi karakteristik antena mikrostrip *array* dengan tingkat lobus samping besar dari 15 dB.

## DAFTAR PUSTAKA

- Balanis C. A., (2005). *Antenna Theory Analysis and Design 3rd edition*, John Wiley & Sons, Inc..
- Chan YK and Koo, VC., (2008). *An Introduction To Synthetic Aperture Radar (SAR)*, Progress In Electromagnetics Research B, Vol. 2, 27–60.
- Dede Djuhana. 2013. *Polarisasi*. Fisika Fmipa UI: Jakarta
- Dozier, J., (2008). *Active Microwave Remote Sensing*. Available online at: <http://fiesta.bren.ucsb.edu/~dozier/Class/ESM266/Slides/08-ActiveMicrowave.ppt>
- Franceschetti, G and Riccardo L, (1999). *Synthetic Aperture Radar Processing*, CRC Press, Florida.
- James J.R. 1989.dan Hall P.S., *Handbook of MicrostripAntenna*, Vol.1, Short Run Press Ltd., England.
- Pozar David M. (1992). *Microstrip Antennas*, IEEE proceedings, vol. 80, No.1, pp. 79-91.
- Rizki Akbar, P., Tetuko S. S, J. and Kuze, H., (2010) *Anovel circularly polarized synthetic aperture radar (CP-SAR) onboard spaceborne platform. International Journal of Remote Sensing*, 31(04), pp. 1053 – 1060.
- Syaefudin, Udin., Syamsuddin, Abin. (2005) *Perencanaan Pendidikan Pendekatan Komprehensif*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Stutzman,(1981). *Antenna Theory and Design*.John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Waluyo dan Dyan Nastiti Novikasari, (2013). *Desain Dan Simulasi Antena Mikrostrip Semicircular Half U-Slot Untuk Aplikasi Modem Gsm 1800 MHZ*, jurnal ELTEK, Vol 11 No. 02, oktober 2013 ISSN 1693-4024.
- Yohandri, V. Wissan, I. Firmansyah, P. Rizki Akbar, J.T. Sri Sumantyo, and H. Kuze, (2011). *Development of Circularly Polarized Array Antenna for Synthetic Aperture Radar Sensor Installed on UAV*, Progress in Electromagnetics Research C, Vol. 19, pp. 119-133.
- Yohandri, (2012). *Development of Circular Polarized Microstrip Antennas for CP-SAR System Installed on Unmanned Aerial Vehicle (disertasi)*. Chiba University. Chiba.