

# Simulasi Perancangan Antena UWB (*Ultra Wide Band*) Untuk Mendeteksi Tumor Payudara

Eko Prasetio, Yusnita Rahayu

Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru, 28293, Indonesia  
Email: [eko.m.prasetio@student.unri.ac.id](mailto:eko.m.prasetio@student.unri.ac.id)

## ABSTRACT

*In recent years, the development of ultra-wideband (UWB) technology for biomedical and diagnostics at microwave frequencies has become an interesting issue. Ultra-wideband (UWB) is a communication that has a low transmit power, avoiding danger to human health. In this paper, an ultra-wideband microstrip (UWB) antenna is designed to detect breast tumors, which operates at a frequency of 5.8 GHz with a frequency range of 5 to 6 GHz. The substrate used is FR-4. From the simulation results, the frequency obtained is 5.61 with a return loss of -33.47 dB. Moreover, the bandwidth and gain obtained are 3.46 GHz and 2.96 dB, respectively.*

*Keyword: ultra-wideband, Microstrip antenna, UWB antenna, Breast tumor.*

## I. PENDAHULUAN

Kesehatan merupakan salah satu bidang yang memiliki peranan sangat penting hingga saat ini dan sangat dibutuhkan bagi manusia untuk menjaga kelangsungan hidupnya. Teknologi yang digunakan pada bidang kesehatan berkembang dengan sangat pesat, namun demikian masih dibutuhkan pengembangan teknologi baru dalam bidang kesehatan, seperti pendeteksian objek penyakit dalam tubuh manusia tanpa melakukan pembedahan. Untuk mengimplementasikan sistem ini dibutuhkan teknologi yang dapat mendeteksi objek penyakit yang terhalang oleh struktur tubuh manusia (Jatmiko dkk, 2012).

Dalam beberapa tahun terakhir, minat komunitas ilmiah dalam penerapan teknik pencitraan *ultra-wideband* (UWB) untuk tujuan biomedis dan diagnostik pada frekuensi gelombang mikro telah menonjol. Hal ini terutama disebabkan oleh kemungkinan untuk memancarkan daya integral rendah, menghindari bahaya bagi kesehatan manusia, untuk mencapai penetrasi elektromagnetik (EM) energi yang didalam tubuh, dan untuk menerapkan pemrosesan pencitraan beresolusi tinggi (di Clemente dkk, 2012). Pada tahun 2002, *Federal Communications Commission* (FCC) telah menetapkan pita frekuensi antara 3,1 sampai 10,6 GHz untuk aplikasi komersial, baik komunitas akademis maupun industri, mendapat perhatian positif terhadap sistem *ultra wideband* (UWB) (B.

Akash dkk, 2017).

Penelitian tentang perancangan antena UWB (*Ultra WideBand*) untuk mendeteksi tumor telah banyak dilakukan. Seperti yang dilakukan oleh A. Biswas dalam penelitiannya yang berjudul "*Design and Performance Analysis of A Microstrip Line-fed On-body Matched Flexible UWB Antenna for Biomedical Application*", dengan hasil lebar *bandwidth* sekitar 3,59 GHz dan *gain* 5,36 dB. Selanjutnya dilakukan juga perancangan antena UWB (*Ultra WideBand*) untuk aplikasi biomedis oleh M. Ghafari dalam penelitiannya yang berjudul " *A Novel UWB Discone Antenna for Biomedical Applications* ", dengan hasil lebar *bandwidth* 1GHz dan *gain* 1.8 dBi. (G. Mehran dkk, 2013).

Pada penelitian ini akan dirancang sebuah antena Mikrostrip UWB (*Ultra Wide Band*) untuk mendeteksi tumor payudara dengan menggunakan *software CST Microwave Studio* sehingga nantinya dapat digunakan untuk mendeteksi tumor payudara. Pada perancangan ini menggunakan teknik pencatutan *Microstrip Line*.

## II LANDASAN TEORI

### 2.1 Antena Mikrostrip Rectangular Patch

*Patch* yang paling umum digunakan dalam perancangan antena adalah *patch* berbentuk persegi panjang. Adapun perhitungan yang digunakan dalam melakukan perancangan antena

mikrostrip berbentuk persegi panjang (Balanis, 2016):

Menentukan lebar *patch* ( $w$ ) (Balanis, 2016):

$$W = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\frac{(\epsilon_r + 1)}{2}}} \quad (2.1)$$

Keterangan

$c$  = Kecepatan cahaya ( $3 \times 10^8$  m/s )

$f_r$  = Frekuensi kerja antenna

$\epsilon_r$  = Konstanta dielektrik substrat

Sedangkan untuk menentukan panjang *patch* ( $l$ ) diperlukan parameter  $\Delta l$  yang merupakan pertambahan panjang dari  $l$  akibat adanya *fringing effect*. Pertambahan panjang dari  $l$  ( $\Delta l$ ) tersebut dirumuskan dengan (Sidauruk, 2015):

$$\Delta L = 0.412h \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left( \frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left( \frac{W}{h} + 0,8 \right)} \quad (2.2)$$

Dimana  $h$  merupakan tinggi substrat dan  $\epsilon_{reff}$  adalah konstanta dielektrik efektif yang dirumuskan sebagai (Sidauruk, 2015):

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1 + 12 \left( \frac{h}{W} \right)}} \right) \quad (2.3)$$

Dengan demikian panjang *patch* ( $l$ ) diberikan oleh (Sidauruk, 2015):

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (2.4)$$

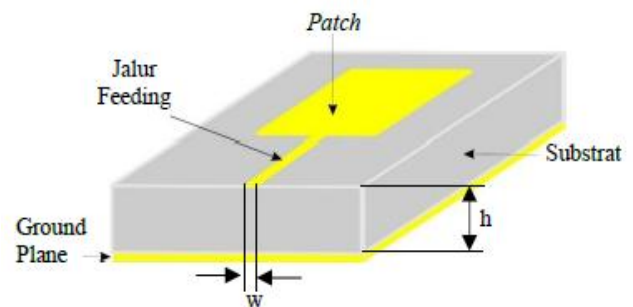
Dimana  $L_{eff}$  merupakan panjang *patch* efektif yang dapat dirumuskan dengan:

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (2.5)$$

## 2.2 Teknik Pencatuan Mikrostrip Line Feeding

Teknik pencatuan antenna mikrostrip akan

mempengaruhi impedansi input dan karakteristik antenna. Teknik pencatuan pada antenna mikrostrip merupakan salah satu hal penting yang akan mempengaruhi proses perencanaan. Teknik pencatuan antenna mikrostrip *rectangular* dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu secara langsung menggunakan teknik *probe coaxial* atau dengan menggunakan *microstrip line* (Wibowo, 2017). Pada perancangan antenna mikrostrip yang dilakukan menggunakan teknik *microstrip line*.



**Gambar 1. Teknik Pencatuan *Microstrip line* feeding**

(Wibowo, 2017)

Adapun persamaan yang digunakan untuk menghitung panjang dan lebar saluran mikrostrip diberikan oleh persamaan di bawah ini (Balanis, 2016):

$$W = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[ \frac{\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r}}{0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r}} \right] \right\} \quad (2.6)$$

Dengan  $\epsilon_r$  adalah konstanta dielektrik relatif dan:

$$B = \frac{60\epsilon_r^2}{Z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.7)$$

## 2.3 Ultra Wideband (UWB)

UWB (Ultra Wide Band) adalah system komunikasi jarak pendek yang mempunyai bandwidth yang sangat lebar, agar dapat dikategorikan sebagai komunikasi UWB syarat lebar bandwidth fraksionalnya 25 % dari frekuensi tengahnya. Komisi Komunikasi Federal di AS (FCC) telah mendefinisikan perangkat UWB sebagai perangkat apa pun dengan bandwidth fraksional  $-10$  dB, lebih besar dari 20% atau menempati setidaknya

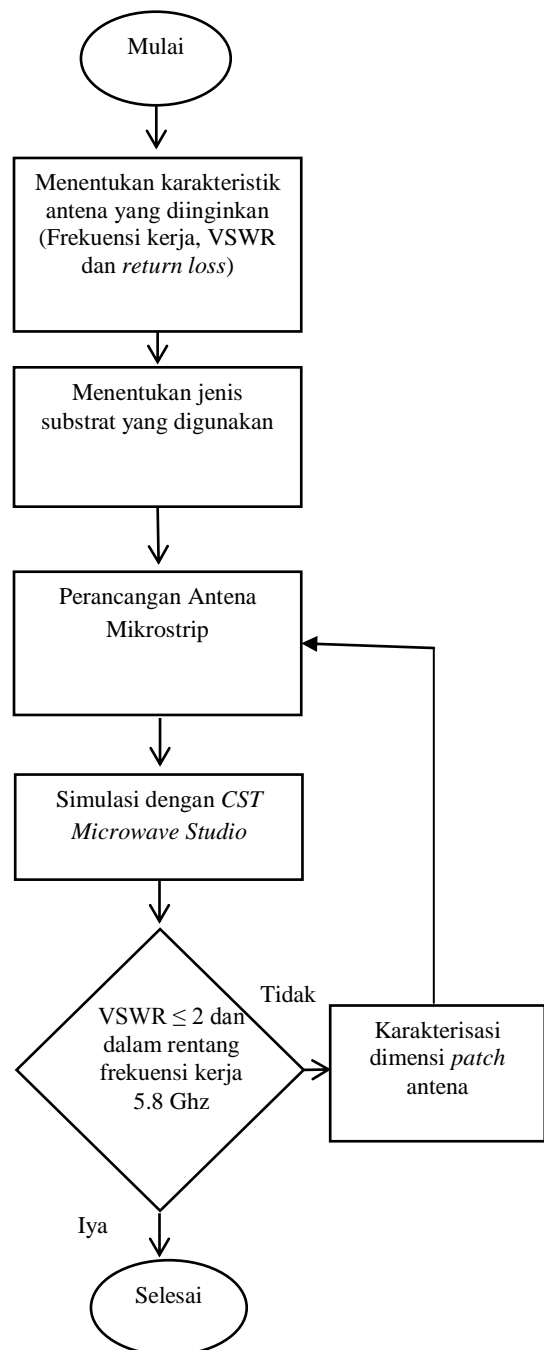
500 MHz. Teknologi UWB mempunyai kelebihan yaitu mempunyai akurasi deteksi jangkauan yang tinggi pada target, mempunyai karakteristik penetrasi pada dinding yang baik, operasi tidak terpengaruh oleh kondisi siang atau malam dan kondisi cuaca, dan kebal terhadap noise, jamming, inferferensi dari teknologi *narrow band*. Federal Communications Commission (FCC) tahun 2002 telah menetapkan UWB beroperasi pada frekuensi 3.1 GHz hingga 10.6 GHz (Rahayu dkk, 2008).

### III BAHAN DAN METODE

#### 3.1 Diagram Alir Perancangan Antena

Diagram alir perancangan antenna berisi tahapan tahapan yang bertujuan untuk membantu dalam proses perancangan antenna. Gambar 2 menggambarkan diagram alir dalam perancangan antenna hingga proses simulasi dan karakterisasi antenna. Pada diagram alir terdapat proses-proses langkah yang harus dilakukan dalam merancang antenna mikrostrip .

Perancangan dimulai dengan menentukan jenis substrat yang digunakan serta frekuensi kerja yang ingin dicapai. Kemudian melakukan perancangan dan simulasi antenna mikrostrip pada *software CST Microwave Studio*.



Gambar 2. Diagram Alir Perancangan

#### 3.2 Menentukan Karakteristik Antena

Adapun tahapan awal dari perancangan antenna adalah menentukan karakteristik antenna yang diharapkan, yaitu frekuensi kerja antenna, *impedance bandwidth*, *return loss*, *VSWR*, dan *gain*. Adapun parameter antenna yang diinginkan seperti terlihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Parameter Antena yang Diinginkan**

Parameter	Karakterisasi Antena
Frekuensi Kerja	5.8 GHz
Return Loss	< -10 dB
Bandwidth	> 500 MHz
VSWR	≤ 2
Gain	< 10 dB

### 3.3 Menentukan Jenis Substrat yang digunakan

Adapun jenis substrat yang digunakan pada penelitian ini adalah substrat FR-4 yang memiliki ketebalan sebesar 0,8 mm dengan spesifikasi yang ditunjukkan pada tabel 2.

**Tabel 2. Spesifikasi Substrat yang Digunakan**

Jenis Substrat	FR-4
Konstanta Dielektrik	4,3
Relatif ( $\epsilon_r$ )	
Dielectric Loss Tangent ( $\tan \delta$ )	0,025
Ketebalan Substrat ( $h$ )	1,6 mm

### 3.4 Perancangan Dimensi Patch

Pada perancangan awal dilakukan perhitungan dimensi antena menggunakan rumus yang telah dijelaskan pada sebelumnya, yaitu menggunakan persamaan (2.1) hingga (2.5). Perhitungan dimensi patch persegi panjang terdiri atas panjang ( $l$ ) dan lebar ( $w$ ).

Menentukan lebar patch ( $w$ ):

$$W = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 5,8 \times 10^9 \times \sqrt{\frac{4,3+1}{2}}} = 15,88 \text{ mm}$$

Menentukan panjang patch ( $l$ ):

$$\epsilon_{r\text{eff}} = \frac{4,3+1}{2} + \frac{4,3+1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1+12\left(\frac{1,6}{15,88}\right)}} \right) = 3,755 \text{ mm}$$

$$\Delta L = 0,412 \times 1,6 \times \frac{(3,755+0,3)\left(\frac{15,88}{1,6}\right)+0,264}{(3,755-0,258)\left(\frac{15,88}{1,6}\right)+0,8} = 0,725 \text{ mm}$$

$$L_{\text{eff}} = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 5,8 \times 10^9 \times \sqrt{3,755}} = 13,4 \text{ mm}$$

$$L = 13,4 - 2 \times 0,725 = 11,95 \text{ mm}$$

Dari perhitungan tersebut berdasarkan spesifikasi substrat yang akan digunakan, diperoleh panjang dan lebar patch masing-masing adalah 11,95 mm dan 15,88 mm.

### 3.5 Perancangan Saluran Pencatu 50 Ohm

Pada saat perancangan antena mikrostrip Rectangular Patch pada CST Microwave Studio perlu adanya impedansi masukan ( $Z_{in}$ ) sebesar 50  $\Omega$  dimana pencatu akan dihubungkan dengan konektor impedance 50  $\Omega$  tersebut. Nilai tersebut bisa didapatkan dengan mengatur lebar dari saluran pencatu. Untuk mendapatkan besar lebar dari saluran pencatu yang menghasilkan nilai impedansi 50  $\Omega$  dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2.6) hingga (2.7).

$$B = \frac{60 \times 3,14^2}{50 \times \sqrt{4,3}} = 5,70$$

$$W = \frac{2 \times 1,6}{3,14} \times \left\{ \frac{5,70 - 1 - \ln((2 \times 5,70) - 1) + \frac{4,3-1}{2 \times 4,3}}{\left[ \ln(5,70 - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{4,3} \right]} \right\} = 3,259 \text{ mm}$$

Dengan memasukkan karakteristik impedansi yang diinginkan dan parameter-parameter substrat yang digunakan ke dalam rumus di atas, maka dari hasil perhitungan untuk menghasilkan nilai impedansi 50  $\Omega$  dengan menggunakan nilai parameter substrat yang digunakan dalam perancangan ini, dibutuhkan lebar saluran pencatu sebesar 1 mm. Sedangkan untuk panjang saluran pencatu diharapkan diperoleh nilai yang optimal melalui iterasi. Untuk perancangan awal digunakan panjang pencatu sebesar 15,5 mm.

### 3.6 Simulasi Antena Mikrostrip

Setelah dilakukannya desain manual antena, maka tahap selanjutnya adalah simulasi antena menggunakan perangkat lunak CST Microwave Studio. Apabila setelah dilakukan report hasil yang didapat tidak memenuhi dari spesifikasi yang diinginkan, maka dilakukan pengkarakterisasian antena untuk mendapatkan hasil yang optimal.

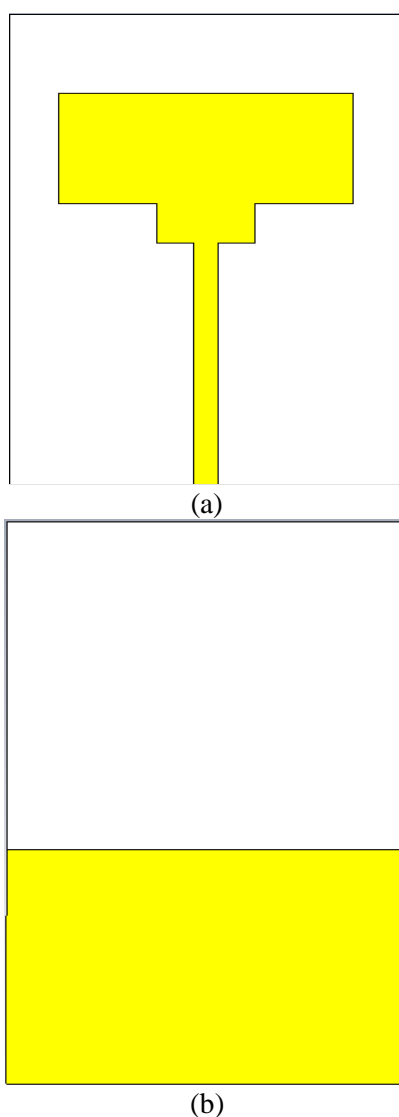
### 3.7 Karakterisasi Antena Mikrostrip

Karakterisasi antena merupakan perubahan ukuran yang dilakukan pada beberapa parameter antena untuk mendapatkan karakteristik yang diinginkan atau hasil yang optimal. Karakterisasi yang dilakukan berupa perubahan dimensi saluran pencatu dan dimensi *patch*.

## IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perancangan Antena Mikrostrip

Pada gambar 3 dapat dilihat tahap awal perancangan antena dengan menggunakan substrat FR-4 dengan Konstanta Dielektrik Relatif ( $\epsilon_r$ ) 4,3 dan ketebalan 1,6 mm.



Gambar 3. Desain Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip *patch* elemen tunggal menggunakan teknik pencatutan *microstrip line* yang didesain pada skripsi ini merupakan antena mikrostrip yang dibuat dengan menggunakan satu buah substrat FR-4 yang memiliki lapisan tembaga pada kedua sisinya. Saluran pencatu dan *patch* berada di lapisan atas dari substrat. Saluran pencatu ini terhubung secara langsung (*contacting*) dengan elemen peradiasi (*patch*). Sedangkan lapisan bawah dari substrat merupakan *ground plane*.

Setelah dilakukan optimasi dengan cara mengganti/merubah nilai beberapa dimensi saluran pencatu dan dimensi *patch* antena yaitu lebar saluran pencatu, lebar *patch*, dan panjang *patch* didapatkan nilai dimensi antena yang ideal berdasarkan hasil simulasi seperti terlihat pada Tabel 3 merupakan dimensi akhir antena mikrostrip setelah melewati karakterisasi.

Tabel 3. Dimensi Akhir Antena Mikrostrip

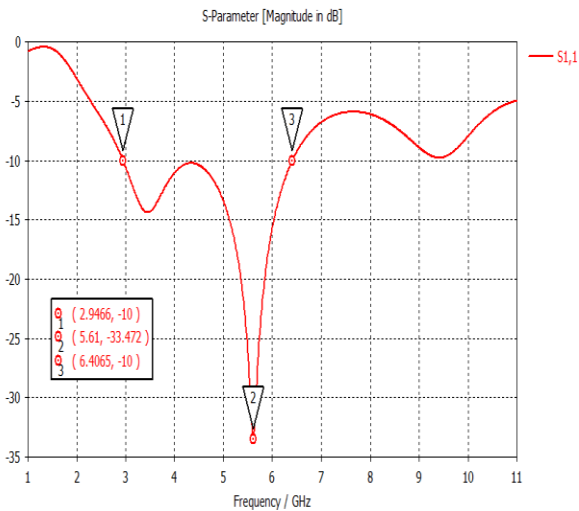
Parameter	Ukuran (mm)
lg ( <i>Length of Ground</i> )	12,5
lf ( <i>Length of Feed</i> )	15,5
lp ( <i>Length of Patch</i> )	9,5
ls ( <i>Length of Substrate</i> )	30
wg ( <i>Width of Ground</i> )	20
wf ( <i>Width of Feed</i> )	1
wp ( <i>Width of Patch</i> )	15
ws ( <i>Width of Substrate</i> )	30

### 4.2 Hasil Simulasi Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip *multi layer* disimulasikan pada *software CST Microwave Studio*. Setelah antena disimulasikan dan melewati karakterisasi serta optimisasi akan menghasilkan beberapa nilai parameter. Seperti parameter *return loss*, VSWR, *bandwidth*, dan *gain* seperti berikut.

#### 4.2.1 Return loss

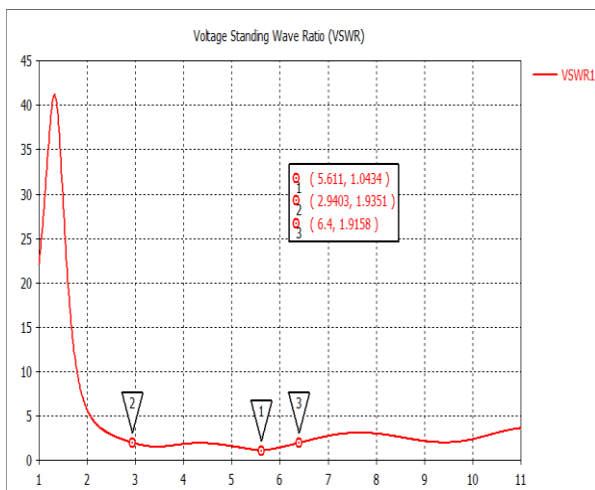
Nilai *return loss* yang didapatkan setelah simulasi dan karakterisasi adalah -33,47 dB dengan frekuensi kerja 5,61GHz. Berdasarkan hasil simulasi, antena mikrostrip menghasilkan parameter *return loss* sesuai dengan yang diinginkan. Gambar 4 merupakan grafik *return loss* setelah simulasi dilakukan.



Gambar 4. Grafik Return Loss Antena Mikrostrip

#### 4.2.2 Voltage Standing Wave Ratio (VSWR)

Nilai VSWR yang didapatkan setelah simulasi dan karakterisasi adalah 1,04 dengan frekuensi kerja 5,61 GHz. Berdasarkan hasil simulasi, antena mikrostrip menghasilkan parameter VSWR sesuai dengan yang diinginkan. Gambar 5 merupakan grafik VSWR setelah simulasi dilakukan.



Gambar 5. Grafik VSWR Antena Mikrostrip

#### 4.2.3 Bandwidth

Adapun bandwidth yang dicapai pada nilai  $VSWR \leq 2$  frekuensi 5,8 GHz adalah :

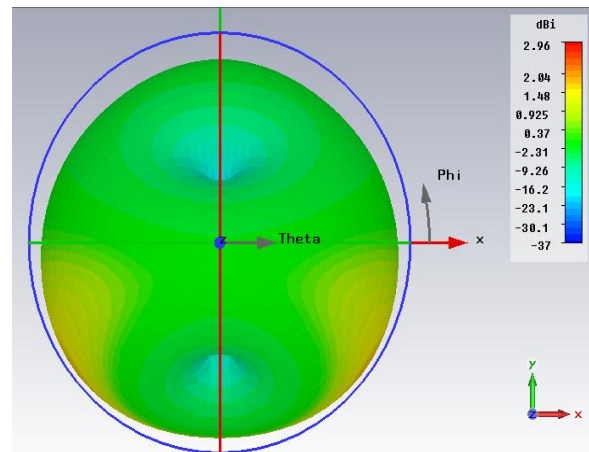
$$Bandwidth = \frac{f_2 - f_1}{f_c} \times 100 \%$$

$$Bandwidth = \frac{6.40 - 2.94}{5.8} \times 100\%$$

$$Bandwidth = 3,46 \text{ Ghz (59,65 \%)}$$

#### 4.2.4 Gain

Nilai gain yang didapatkan dari hasil simulasi setelah proses optimasi adalah sebesar 2,96 dB pada frekuensi 5,8 GHz. Berdasarkan hasil simulasi, antena mikrostrip menghasilkan parameter gain sesuai dengan yang diinginkan. Gambar 6 menunjukkan gain hasil simulasi antena mikrostrip.



Gambar 6. Gain Antena Mikrostrip

## V KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang diperoleh dari hasil perancangan dan proses simulasi antena mikrostrip Ultra Wide Band (UWB), diantaranya sebagai berikut:

1. Antena mikrostrip menggunakan teknik pencatutan mikrostrip line yang dirancang mampu bekerja pada frekuensi yang ditargetkan yaitu pada 5.8 GHz dengan return loss sebesar -33,47 dB dan memiliki nilai impedance bandwidth pada  $VSWR \leq 1,041$  sebesar 3,49 GHz (60,17 %) untuk frekuensi 5.61 GHz. Dengan demikian, antena telah memenuhi kebutuhan bandwidth yang ditargetkan yaitu pada bandwidth  $\geq 500$  MHz.
2. Gain antena mikrostrip menggunakan teknik pencatutan mikrostrip line yang didapat berdasarkan hasil simulasi mencapai nilai maksimum sebesar 2,96 dB pada frekuensi 5,8 GHz. Gain ini sudah sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan, yaitu gain  $\leq 10$  dB.

## DAFTAR PUSTAKA

- B. Akash, I. J Akib, F. A Abdullah, A. S Sadman. 2017. *Design and Performance Analysis Of a Microstrip Line-Fed On-Body Matched Flexible Uwb Antenna For Biomedical Applications*. International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering (ECCE). American International University-Bangladesh (AIUB), Dhaka, Bangladesh.
- Balanis, C. A. 2016. *Antenna Theory Analysis And Design 4<sup>th</sup> Edition*. Microstrip and Mobile Communications Antennas. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- F. S di Clemente, R. Stephan, U. Schwarz, M.A. Hein. *Miniature body-matched double-ridged horn antennas for biomedical UWB imaging*. IEEE. Institute for Information Technology, Ilmenau University of Technology, Ilmenau, Germany.
- G. Mehran, A. Mounir, G. Mohammad. 2013. *A Novel UWB Discone Antenna for Biomedical Applications*. European Modelling Symposium. Dept. of Engineering and Design London South Bank University London, United Kingdom.
- Gusma, R. A. 2014. *Simulasi Antena Mikrostrip Patch Persegi Panjang Plannar Array 6 Elemen dengan Pencatuan Aperture Coupled untuk Aplikasi CPE WiMax Pada Frekuensi 3,3-3,4 GHz*. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Riau: Pekanbaru.
- Herudin. 2012. *Perancangan Antena Mikrostrip Frekuensi 2,6 GHz untuk Aplikasi LTE (Long Term Evolution)*. Jurusan Teknik Elektro, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Vol. 1, No. 1: Cilegon.
- Jatmiko, Wisnu. Mursanto, Petrus. Bowolaksono, Anom. Wiweko, Budi. 2012. *Teknik Biomedis Teori dan Aplikasi*. Fakultas Ilmu Komputer Universitas Indonesia.
- Rahayu, Y. Rahman, A. T. Ngah, R. P.S. Hall . IEEE 2008. *Ultra Wideband Technology and Its Applications*. University of Birmingham Edgbaston Birmingham, B15 2TT United Kingdom.
- Sidauruk H. F, Rambe A. H. 2014. *Analisa Penentuan Ukuran Slot Pada Karakteristik Antena Mikrostrip Patch Segiempat Dengan Pencatu Aperture Coupled*. Konsentrasi Teknik Telekomunikasi, Departemen Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara, Vol. 10 No. 27: Medan.
- Wibowo R. P. 2017. *Perancangan Dan Pembuatan Antena Array Dengan Beamwidth  $\leq 5^\circ$  Pada Frekuensi S-Band Dengan Menggunakan Elemen Microstrip Bow-Tie*. Tugas Akhir. Fakultas Teknologi Elektro Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Wijanto, E. (2017). *Analysis Of Technology Readiness For The Implementation Of Fifth Generation (5G) Telecommunications Technology*. Jurnal Teknik dan Ilmu Komputer, 06. No. 23: Jakarta.