

PERANCANGAN DAN SIMULASI ANTENA MIKROSTRIP ULTRA WIDEBAND UNTUK DETEKSI KANKER PAYUDARA

Maulida Yumnisari¹⁾, Bambang Setia Nugroho²⁾, Pamungkas Daud³⁾

^{1),2)} Prodi SI Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung.

³⁾ PPET-LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia)

Email : mauliday@telkomuniversity.ac.id

Abstrak . Teknologi Ultra Wideband (UWB) mulai dimanfaatkan tidak hanya untuk bidang telekomunikasi, tetapi sudah mulai digunakan dalam bidang medis sebagai pendeteksi penyakit, salah satunya adalah mendeteksi kanker payudara. Menurut data GLOBOCAN (IARC) tahun 2012 diketahui bahwa kanker payudara merupakan penyakit kanker yang paling sering diderita oleh wanita dengan estimasi 1.67 juta kasus baru atau 25% dari seluruh kanker. Teknologi ultra wideband didesain untuk dapat mengaplikasikan teknologi microwave imaging dan antenna merupakan salah satu komponen yang harus diperhatikan. Antena untuk teknologi UWB untuk microwave imaging harus didesain sedemikian rupa sehingga planar, compact, memiliki efisiensi radiasi tinggi dan stabil pada seluruh operation band. Pada penelitian ini dilakukan perancangan dan simulasi antena Vivaldi Antipodal untuk deteksi kanker payudara pada frekuensi 3.1 GHz – 10.6 GHz. Analisis yang dilakukan adalah membandingkan perbedaan nilai E-Field, H- Field dan current density pada antena dengan struktur jaringan payudara dengan kanker dan tanpa kanker dan melakukan prediksi kedalaman kanker payudara tersebut.

Kata kunci: ultra wideband, microwave imaging, deteksi kanker payudara.

1. Pendahuluan

Kanker merupakan salah satu penyebab utama kematian di dunia dan kanker payudara menempati presentasi tertinggi untuk penyakit kanker kasus baru (setelah dikontrol oleh umur) dan kasus kematian (setelah dikontrol oleh umur) (Kementrian Kesehatan RI, 2015). Microwave imaging merupakan pendekatan sederhana untuk menemukan lokasi scattering yang kuat pada objek yang dideteksi (Zhurbenko, 2011). Radar UWB didesain untuk dapat mengaplikasikan teknologi microwave imaging karena memiliki beberapa keunggulan diantaranya rendah kepadatan energi serta memiliki kecepatan data yang tinggi. Federal Communications Commission (FCC) mengizinkan penggunaan bandwidth 3.1 GHz hingga 10.6 GHz untuk kepentingan medis. Beberapa antena dapat digunakan untuk melengkapi teknologi radar UWB salah satunya antena mikrostrip.

Untuk dapat mendeteksi keberadaan kanker dalam struktur jaringan payudara akan dilakukan analisis terhadap perbedaan nilai E-Field, H-Field dan current density terhadap antena dengan struktur jaringan payudara tanpa kanker dan dengan kanker (Caliscan, Gultekin, Uzer, Dundar, 2015). Electrical parameter seperti permitivitas dan konduktivitas digunakan untuk membedakan pemodelan struktur jaringan payudara seperti breast tissue, breast skin dan cancerous breast (Caliscan, Gultekin, Uzer, Dundar, 2015).

Tabel 1. Electrical Parameter Pemodelan Struktur Jaringan Payudara

	ϵ_r	σ (S/m)
Breast tissue	9	0.4
Breast skin	36	4
Cancerous breast	50	4

Selanjutnya akan dilakukan prediksi kedalaman kanker pada struktur jaringan payudara yang telah terdeteksi keberadaan kankernya. Prediksi kedalaman kanker akan dilakukan dengan melakukan

perhitungan jarak tempot gelombang yang dipancarkan oleh antenna hingga mencapai tumor dan kembali lagi ke antenna sebagai gelombang pantul (Nahalingam and Sharma, 2011).

Pada penelitian ini dilakukan perancangan dan simulasi antenna Vivaldi Antipodal untuk deteksi kanker payudara pada frekuensi 3.1 GHz – 10.6 GHz. Antenna akan dirancang dan disimulasikan dengan menggunakan bahan substrat Rogers RT5580 ($\epsilon_r = 2.2$, $h = 1.575$ mm) dan bahan *patch copper* ($\epsilon_r = 2.33$, $h = 0.035$ mm). Nilai *electrical parameter* pemodelan struktur jaringan payudara menggunakan nilai dari referensi (Caliscan, Gultekin, Uzer, Dundar, 2015). Seluruh simulasi antenna akan dilakukan pada *software* CST Microwave Studio 2014. Hasil simulasi tersebut kemudian akan dianalisis untuk dideteksi keberadaan kanker dalam struktur jaringan payudara dan dilakukan prediksi kedalaman kanker untuk struktur jaringan payudara yang telah terdeteksi keberadaan kankernya.

2. Perancangan Antena

2.1. Penentuan Spesifikasi Antena

Antenna untuk deteksi kanker payudara ini merupakan antenna radar UWB karena *bandwidth* yang diperlukan untuk deteksi kanker payudara cukup lebar agar stabil di sepanjang *operation band*. Antenna yang akan didesain juga diharapkan planar dan *compact* sehingga dipilih jenis antenna mikrostrip sebagai jenis antenna yang digunakan. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa antenna Vivaldi dapat bekerja pada frekuensi yang cukup tinggi dan juga dapat menghasilkan *bandwidth* yang lebar sehingga dipilih antenna Vivaldi sebagai jenis antenna yang akan dirancang.

Berdasarkan penjelasan tersebut, maka akan ditentukan spesifikasi untuk antenna yang akan dirancang adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Spesifikasi Antena yang akan Dirancang

Parameter	Spesifikasi
Jenis antenna	Vivaldi Antipodal
Frekuensi kerja	3.1 – 10.6 GHz
Bandwidth	≥ 7.5 GHz
Return loss	≤ -10 dB
VSWR	≤ 2

2.2. Perancangan dan Optimasi Desain Antena

Beberapa rumus yang digunakan untuk menentukan geometri antenna Vivaldi Antipodal (Pitra, Raida, Senior Member, IEEE, and Bartyzal, (2010), diantaranya:

1. Lebar substrat

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

dimana c adalah kecepatan cahaya, f_l adalah frekuensi kerja terendah, dan ϵ_r adalah permitivitas substrat.

2. Lebar *feeder*

$$W_m = \frac{120\pi h}{\sqrt{\epsilon_r} Z_0} \quad (2)$$

dimana h adalah ketebalan substrat dan Z_0 adalah impedansi karakteristik.

3. Jari-jari lengan antenna

$$R_1 = \frac{W}{2} + \frac{W_m}{2} \quad (3)$$

$$R_2 = \frac{W}{2} - \frac{W_m}{2} \quad (4)$$

$$R_{S1} = W \quad (5)$$

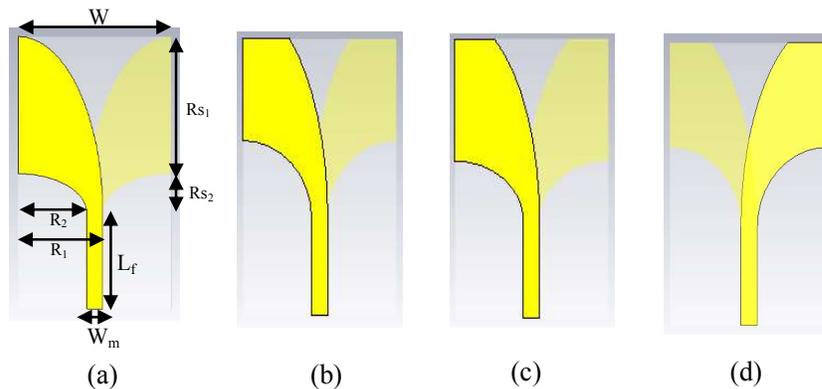
$$R_{S2} = 0.5 \times R_2 \quad (6)$$

4. Panjang Feeder

$$L_f = 0.06 \times \lambda_g \quad (7)$$

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \quad (8)$$

dimana λ_0 adalah panjang gelombang di udara bebas dan ϵ_{eff} adalah permitivitas efektif substrat.



Gambar 1. (a) Perancangan Antena Sebelum Optimasi;
(b) Perancangan Antena Optimasi 1;
(c) Perancangan Antena Optimasi 2;
(d) Perancangan Antena Optimasi 3.

Tabel 3. Geometri Antena

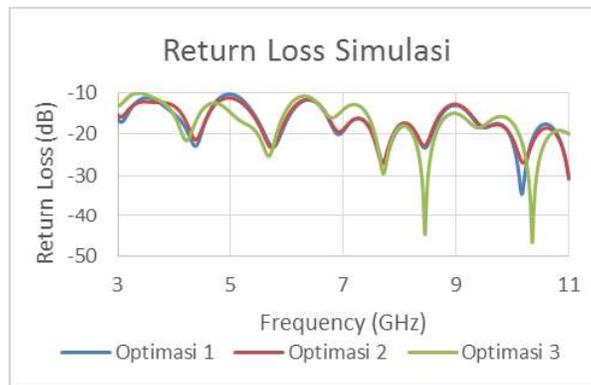
Geometri	Sebelum Optimasi	Optimasi 1	Optimasi 2	Optimasi 3
W	76.507 mm	76.507 mm	76.507 mm	76.507 mm
W _m	8.009 mm	8.009 mm	8.009 mm	8.009 mm
R ₁	42.259 mm	42.259 mm	42.259 mm	42.259 mm
R ₂	34.249 mm	34.249 mm	34.249 mm	34.249 mm
R _{S1}	76.507 mm	86.507 mm	86.507 mm	91.507 mm
R _{S2}	17.124 mm	25.134 mm	33.143 mm	33.143 mm
L _f	41.368 mm	41.368 mm	41.368 mm	41.368 mm

Gambar 1 (a) menunjukkan hasil perancangan antenna sesuai dengan perhitungan geometri yang telah dilakukan. Namun, beberapa parameter antenna seperti *return loss* dan *VSWR* belum memenuhi spesifikasi. Oleh karena itu, perlu dilakukan optimasi agar nilai *return loss* dan *VSWR* dapat memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Optimasi dilakukan dengan metode *trial-error* dimana dilakukan penambahan panjang jari-jari lengan elips, yaitu R_{S1} sebesar 5 mm, 10 mm dan 15 mm dan R_{S2} sebesar W_m dan 2W_m. Gambar 1 (b), Gambar 1 (c) dan Gambar 1 (d) masing-masing menunjukkan hasil

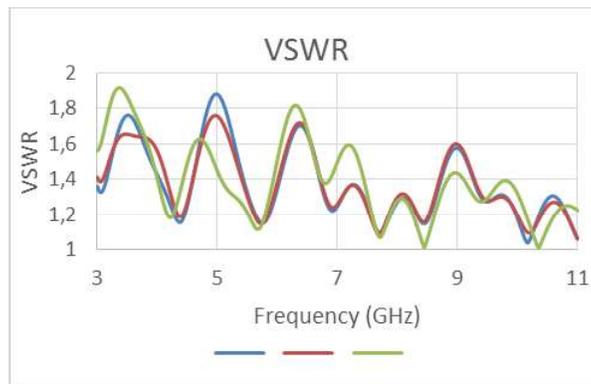
perancangan antenna setelah dilakukan optimasi yakni dengan menambah panjang R_{S1} sebesar 10 mm, 10 mm dan 15 mm serta menambah panjang R_{S2} sebesar W_m , $2W_m$ dan $2W_m$.

2.3. Simulasi Antena tanpa Pemodelan Struktur Jaringan Payudara

Gambar 2 dan Gambar 3 menunjukkan hasil simulasi antenna setelah optimasi. Pada Gambar 2 (a) dapat diperhatikan bahwa nilai *return loss* lebih kecil dari -10 dB pada rentang frekuensi kerja yang digunakan yakni 3.1 GHz hingga 10.6 GHz. Selain itu, nilai VSWR juga sudah memenuhi spesifikasi yaitu lebih kecil dari 2. Untuk *gain* masing-masing antenna adalah 7.741 dB, 8.261 dB dan 7.389 dB pada frekuensi 6.85 GHz.



Gambar 3. Grafik *Return Loss* Antena Optimasi



Gambar 2. Grafik VSWR Antena Optimasi

2.4. Simulasi Antena dengan Pemodelan Struktur Jaringan Payudara

Pemodelan struktur jaringan payudara dirancang dengan menggunakan *electrical parameter* yang telah disebutkan sebelumnya. Struktur jaringan payudara ini nantinya akan diletakan dibagian atas antenna sesuai dengan arah pola radiasi antenna. Akan dirancang dengan ukuran *breast tissue* 76.5 mm x 76.5 mm x 76.5 mm, ukuran *breast skin* 76.5 mm x 2 mm x 76.5 mm, dan ukuran kanker 20 mm x 20 mm x 20 mm. Analisis akan dilakukan terhadap hasil simulasi untuk nilai parameter elektromagnetik dari antenna dengan pemodean struktur jaringan payudara tanpa kanker dan dengan kanker.



Gambar 4. (a) Pemodelan Struktur Jaringan Payudara tanpa Kanker
(b) Pemodelan Struktur Jaringan Payudara dengan Kanker

Kemudian, akan dilakukan pula analisis terhadap perbedaan nilai parameter elektromagnetik dari struktur jaringan payudara dengan kanker pada kedalaman 30.25 mm. Selanjutnya akan dilakukan perhitungan prediksi kedalaman kanker dengan menggunakan rumus berikut [4]:

$$S_{11}^{\text{substracted}} = S_{11}^{\text{dengan kanker}} - S_{11}^{\text{tanpa kanker}} \quad (9)$$

Berdasarkan hasil pengurangan S_{11} parameter tersebut, diprediksikan bahwa informasi kanker terdapat pada puncak $S_{11}^{\text{substracted}}$ antara frekuensi 3.1 GHz – 6 GHz, sedangkan informasi *skin reflection* terdapat pada puncak $S_{11}^{\text{substracted}}$ antara frekuensi 9.5 GHz – 10.6 GHz.

Prediksi kedalaman tumor yang dilakukan dapat diverifikasi dengan menggunakan rumus sederhana dari kecepatan, waktu dan jarak. Kecepatan propagasi gelombang didalam medium dapat ditentukan dengan menggunakan rumus berikut:

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}} \quad (10)$$

Waktu tempuh gelombang dari antenna untuk mencapai tumor dapat ditentukan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\delta t = (f_{\text{earlytime}} - f_{\text{tumor}})^{-1}$$

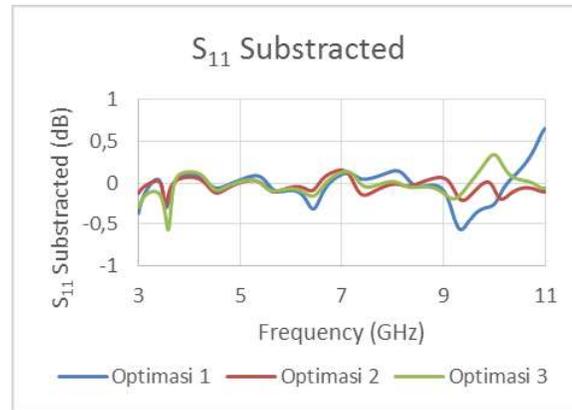
Jarak tempuh gelombang dari antenna hingga mencapai tumor dan bergerak kembali lagi ke antenna yang akan memberikan informasi posisi kedalaman tumor dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$2d = 2 \times v \times \delta t \quad (11)$$

Tabel 4. Nilai Parameter Elektromagnetik Hasil Simulasi

Antena	Struktur Jaringan Payudara	E Field (V/m)	H Field (A/m)	Current Density (A/m ²)
Optimasi 1	Tidak ada Kanker	21.44 x 10 ³	66.1	10.63 x 10 ³
	Ada Kanker	22.24 x 10 ³	77.38	11.07 x 10 ³
Optimasi 2	Tidak ada Kanker	23.23 x 10 ³	69.11	10.98 x 10 ³
	Ada Kanker	25.15 x 10 ³	74.79	11.37 x 10 ³
Optimasi 3	Tidak ada Kanker	21.86 x 10 ³	87.16	10.77 x 10 ³
	Ada Kanker	24.14 x 10 ³	94.92	11.23 x 10 ³

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa struktur jaringan payudara tanpa kanker memiliki nilai *E-Field*, *H-Field* dan *current density* yang lebih rendah bila dibandingkan dengan struktur jaringan payudara dengan kanker. Antena optimasi 1 menghasilkan perbedaan nilai parameter elektromagnetik yang paling besar dengan presentase 3.73%, 10.43 %, dan 8.27% untuk *E-Field*, *H-Field* dan *current density*.



Gambar 5. Grafik S_{11} *Substracted* Kanker Kedalaman 30.25 mm

Gambar 5 menunjukkan nilai S_{11} *substracted* struktur jaringan payudara dengan kanker kedalaman 30.25 mm. Dari grafik tersebut, kemudian akan dilakukan perhitungan terhadap letak kedalaman kanker pada masing-masing antena.

Tabel 5. Hasil Perhitungan Prediksi Kedalaman Kanker

Antena	V (mm/s)	$f_{\text{early time}}$ (GHz)	f_{tumor} (GHz)	δt (ns)	Depth (mm)	Akurasi
Optimasi 1	100,000,000,000	10.6	4.016	0.1518	30.37	99.6 %
Optimasi 2	100,000,000,000	9.856	4.016	0.1712	34.24	86.8 %
Optimasi 3	100,000,000,000	9.992	4.016	0.1673	33.46	89.4 %

3. Simpulan

Simpulan yang dapat diambil dari seluruh proses perancangan dan simulasi antena Vivaldi Antipodal ini adalah sebagai berikut:

1. Parameter antena hasil simulasi seperti *return loss*, VSWR, dan *bandwidth* telah sesuai spesifikasi antena yang diinginkan sehingga dapat diaplikasikan sebagai antena untuk radar UWB pada frekuensi 3.1 GHz – 10.6 GHz.
2. Nilai *E-Field*, *H-Field* dan *current density* pada struktur jaringan payudara tanpa kanker akan lebih kecil jika dibandingkan dengan struktur jaringan payudara dengan kanker.
3. Antena dengan perbedaan nilai parameter elektromagnetik yang tinggi akan menghasilkan prediksi kedalaman kanker yang lebih baik.
4. Antena optimasi 1 memiliki nilai perbedaan parameter elektromagnetik yang paling besar untuk deteksi keberadaan kanker serta menghasilkan nilai prediksi kedalaman yang paling akurat.

Daftar Pustaka

- [1]. Kementerian Kesehatan RI, 2015. *InfoDATIN Pusat Data dan Informasi Kementerian Kesehatan RI*.
- [2]. Zhurbenko, "Challenges in the Design of Microwave Imaging Systems for Breast Cancer Detection", in *Advances in Electrical and Computer Engineering*, 11(1), 91-96. 10.4316/AECE.2011.01015, 2011.

- [3]. Caliscan, Gultekin, Uzer, Dundar, “A Microstrip Patch Antenna Design for Breast Cancer Detection”, *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 195, pp. 2905 – 2911, 2015.
- [4]. Nahalingam and Sharma, “An Investigation on Microwave Breast Cancer Detection by Ultra-Widebandwidth (UWB) Microstrip Slot Antennas”, in *2011 IEEE International Symposium on Antennas and Propagation (APSURSI)*, 2011.
- [5]. Pitra, Raida, Senior Member, IEEE, and Bartyzal, “Antenna Structures for Emerging Frequency Bands”, in *18th Telecommunications forul TELFOR*, 2010.