

Perancangan Dan Realisasi Antena Planar *Ultra Wideband* Patch Berbentuk *Triangular* Untuk Deteksi Kanker Otak

1st Hania Silva Khairani
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

haniaskhairani@telkomuniversity.ac.id

2nd Levy Olivia Nur
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

levyolivia@telkomuniversity.ac.id

3rd Edwar
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

edwarm@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Kanker merupakan salah satu penyakit yang paling serius dan susah di deteksi keberadaannya secara dini. Penyakit kanker setiap tahunnya merenggut nyawa sekitar 10 juta orang. Salah satunya kanker otak yang masih menghantui dunia kesehatan menyebabkan tingkat kecacatan dan kematian mempengaruhi manusia dan memiliki angka kekambuhan yang tinggi. Dalam dunia medis, kanker otak dapat dideteksi dengan berbagai cara untuk mengetahui posisi tumor sesuai stadiumnya. Alat yang digunakan untuk mendeteksi kanker otak saat ini ialah mamografi x-ray, ultrasound, computed tomography (CT) scan, magnetic resonance imaging (MRI) scan dan biopsi. Namun, metode tersebut memerlukan biaya yang relatif mahal Dengan menggunakan teknologi UWB, biaya relatif murah dan diagnosis lebih mudah. Hasil dari perancangan dan realisasi sebuah antena planar patch triangular dengan frekuensi yang bekerja pada antena ini yakni 5 GHz. Simulasi terhadap phantom jaringan kepala manusia tanpa kanker dan dengan kanker dapat di deteksi keberadaannya dilihat dari perubahan nilai electric field dan nilai Return Loss. Return loss pada jaringan tanpa kanker lebih tinggi dengan nilai return loss sebesar -23,16 dB dibandingkan jaringan kepala kanker ukuran 20 mm terdeteksi dengan nilai return loss -27,88 dB, ukuran 30 mm nilai return loss -26,47 dB, dan ukuran 50 mm nilai return loss -29,91 dB

Kata kunci— UWB, Antena Planar, kanker, parameter

I. PENDAHULUAN

Kanker merupakan salah satu penyakit yang paling serius dan susah dideteksi keberadaannya secara dini. Penyakit kanker setiap tahunnya merenggut nyawa sekitar 10 juta orang dan bahkan hampir 70 persen angka kematian akibat penyakit kanker ini terjadi pada negara berkembang atau *Low Middle Income Countries* (LMICs). Selain itu berdasarkan data pada tahun 2040, diperkirakan akan ada sekitar 16,3 juta kematian akibat penyakit kanker di dunia [1]. Salah satunya penyakit kanker otak yang merupakan jenis kanker paling berbahaya. Kanker otak juga tidak bisa disadari secara dini sehingga kanker tersebut berkembang secara cepat dan berujung menyebabkan kematian.

Dalam dunia medis, kanker otak dapat dideteksi dengan berbagai cara untuk mengetahui posisi tumor sesuai stadiumnya. Metode yang digunakan untuk mendeteksi kanker telah tersedia pada saat ini, *mamografi x-ray*, *ultrasound*, *Computed Tomography (CT) scan*, *Magnetic Resonance Imaging (MRI) scan* dan biopsi digunakan dalam mendeteksi tumor pada stadium awal. Metode ini memiliki beberapa keterbatasan dalam mendiagnosis sel kanker dengan benar serta biaya relatif mahal [2].

Seiring berkembangnya zaman, ada cara lain untuk mengatasi keterbatasan tersebut dengan dikembangkannya penerapan teknik pencitraan antena mikrostrip *Ultra Wideband* (UWB) yang bertujuan untuk aplikasi medis. Antena mikrostrip dapat digunakan dalam mendeteksi kanker otak secara dini memiliki karakteristik yang menghasilkan medan elektromagnetik pada frekuensi yang dapat menembus jaringan tubuh manusia termasuk jaringan kepala manusia. Teknologi UWB ini juga berperan sangat penting untuk mendeteksi struktur dalam tubuh manusia yang terjadi kerusakan di dalam tubuh manusia seperti kanker. Untuk mendeteksi kanker otak menggunakan teknologi UWB ini karena biaya relatif murah, dan metode diagnosis lebih mudah, selain itu teknologi UWB menggunakan serangkaian pulsa elektrik yang sangat singkat yang mengakibatkan bandwidth transmisi memiliki pita yang sangat lebar. Sesuai dengan *Federal Communications Commission* (FCC) menetapkan penggunaan *Ultra Wideband* (UWB) untuk *medical imaging* sistem frekuensi dengan spektrum dari 3,1 GHz sampai 10,6 GHz [3].

Pada penelitian sebelumnya, menjelaskan mengenai antena mikrostrip *rectangular* slot dan tanpa slot untuk deteksi kanker otak menggunakan frekuensi ISM band (2,4-2,4835GHz) dengan bahan *substrate FR-4*. Hasil yang didapatkan ketika simulasi ialah bahwa kepala yang memiliki tumor di otak *Return Loss* -34,61 GHz lebih tinggi dibandingkan dengan tidak ada tumor, serta nilai SAR 0,0505W/kg untuk jaringan 1 gr yang lebih tinggi dibanding tidak ada tumor [2]. Penelitian lainnya,

menjelaskan mengenai antena mikrostrip berbentuk pentagon linear array untuk deteksi tumor otak rentang frekuensi 3-5 GHz. Hasil yang didapatkan antena di modifikasi menjadi dua dan empat elemen array memberikan direktivitas yang tinggi untuk jaringan kepala manusia, nilai yang dihasilkan untuk tumor otak yakni *Return Loss* -7,48 dB dan -4,3 dB mengalami perubahan besar dibandingkan dengan tanpa tumor [6].

Oleh karena itu, Tugas Akhir ini akan merancang dan merealisasikan antena planar *Ultra WideBand* dengan *patch* berbentuk *triangular* yang bekerja pada frekuensi 5 GHz dengan rentang frekuensi 4-6 GHz. Perancangan dan simulasi dilakukan dengan menggunakan *software CST Studio* kemudian dilakukan analisis terhadap struktur jaringan kepala dengan kanker dan tanpa kanker.

II. KAJIAN TEORI

A. Fisiologi Kepala Manusia

1. Anatomi Kepala Manusia

Kepala Manusia memiliki lapisan kulit kepala yang terdiri dari tulang tengkorak beserta 5 lapisan lainnya yang di sebut *SCALP*. Bagian *SCALP* diantaranya (1) *Skin* atau kulit, (2) *Connective tissue* atau jaringan subkutis, (3) *Aponeurosis galea*, (4) *Loose areolar tissue* atau jaringan ikat longgar, (5) *Pericranium*, serta bagian utamanya adalah *Brain* atau otak [4].

Anatomi Kepala Manusia dibedakan berdasarkan perbedaan nilai konstanta dielektrik dan konduktifitas elektrik dari tiap jaringan kepala manusia. Dapat dilihat pada Tabel 2.1 merupakan perbedaan nilai konstanta dielektrik dan konduktivitas elektrik dari tiap jaringan kepala manusia.

TABEL 2.1

Perbedaan Nilai Konstanta Dielektrik dan Konduktifitas Elektrik

No.	Jaringan	Konstanta Dielektrik (F/m)	Konduktifitas Elektrik (S/m)	Ketebalan (mm)
1	Kulit	45	0,73	1
2	Lemak	5,54	0,04	1
3	Tulang tengkorak	5,6	0,03	5
4	Otak	43,22	1,29	60

B. Kanker Otak

Kanker otak merupakan kanker yang terjadi pada sel-sel di jaringan otak mengalami pertumbuhan secara abnormal, tidak terkendali menyebabkan membentuk sebuah massa (tumor). Pertumbuhan sel-sel abnormal di jaringan otak atau tumor di otak dapat bersifat jinak atau ganas. Kanker otak yang bersifat ganas sel-sel abnormal bisa tumbuh dan menyebar secara cepat dapat menyebabkan kematian. Sedangkan kanker otak yang bersifat jinak sel-sel abnormal nya tumbuh dan menyebar sangat lambat sehingga tidak berbahaya.

2.2 *Ultra Wideband* (UWB)

Ultra Wideband (UWB) adalah suatu sistem komunikasi yang memiliki jarak pendek dan bandwidth yang relatif lebar. Pengaplikasian UWB saat ini salah satunya digunakan untuk *medical engineering* dengan menggunakan *impulse* radio sebagai teknik modulasinya. Sesuai dengan *Federal Communications Commission* (FCC) menetapkan penggunaan *Ultra Wideband* (UWB) untuk *medical imaging system* frekuensi dengan spektrum dari 3,1 GHz sampai 10,6 GHz [8] dan bandwidth yang relatif lebar yang melebihi 500 MHz atau memiliki

setidaknya 20% dari frekuensi tengah [9]. Aplikasi UWB untuk *medical engineering* memiliki beberapa kelebihan yaitu memiliki cakupan bandwidth yang lebar, memiliki data rate yang tinggi, konsumsi energi yang rendah, serta radiasi elektromagnetik yang rendah [10].

C. Antena

Antena adalah perangkat yang digunakan untuk mengirim atau menerima gelombang elektromagnetik (EM) dari media kabel ke udara atau sebaliknya dari udara ke media kabel [9]. Antena juga biasanya terbuat dari logam (dalam bentuk batang atau kawat) agar dapat memancarkan dan menerima gelombang radio. Antena bekerja dengan memancarkan gelombang EM dalam arah radial yang terkoordinasi [11]. Menurut pancaran radiasinya tipe antenna terbagi menjadi dua tipe yaitu *directional* dan *omnidirectional*. Banyak sekali jenis-jenis antena lainnya yang dapat digunakan seperti Antena Parabola, Antena Grid, Antena Yagi-Uda, Antena Omnidirectional, dan Antena Mikrostrip.

D. Antena Mikrostrip

Antena Mikrostrip merupakan konduktor logam yang menempel diatas *groundplane* yang terdiri dari bahan dielektrik [12]. Antena mikrostrip juga antena yang mempunyai masa yang ringan dan mudah difabrikasi, serta ukurannya kecil dibandingkan dengan antena-antena yang lainnya. Antena mikrostrip mempunyai struktur-struktur antena diantaranya *patch*, *feedline*, *substrate*, dan *ground plane*.

E. Antena Planar

Antena planar merupakan salah satu jenis antenna yang mampu bekerja pada frekuensi tinggi yang memiliki ukuran kecil dan tipis serta biaya produksinya rendah. Antena planar memiliki karakteristik yang lebih sederhana dan bandwidth yang cukup lebar. Antena planar terdiri dari 3 bagian yaitu *ground plane*, *substrate*, dan *patch*.

F. Parameter Antena

Untuk merancang dan membuat sebuah antena, dibutuhkan beberapa parameter untuk mengetahui hasil perancangan sesuai/tidaknyanya dengan realisasi antena yang dapat bekerja sesuai dengan yang diinginkan. Berikut merupakan parameter-parameter pada antena yakni bandwidth, return loss, gain, VSWR, dan pola radiasi.

G. Perhitungan Dimensi Antena Planar Patch Triangular

Dalam antena mikrostrip mempunyai berbagai macam bentuk *patch*, salah satunya dalam tugas akhir ini menggunakan antena mikrostrip *patch triangular*. Bentuk *patch triangular* ini memiliki keunggulan dibandingkan dengan bentuk segi empat, yaitu luas yang dibutuhkan oleh bentuk *triangular* menghasilkan karakteristik radiasi yang sama lebih kecil dibandingkan luas yang dibutuhkan oleh bentuk segi empat yang dimana sangat menguntungkan di dalam realisasi antenna. Untuk merancang desain antena *patch triangular* dibutuhkan parameter, yaitu *patch*, saluran pencatu, serta *ground plane*. Parameter yang dibutuhkan tersebut dilihat berdasarkan spesifikasi antena mikrostrip yang akan digunakan diantaranya nilai frekuensi, tebal substrat, serta nilai kecepatan cahaya ($c = 3 \times 10^8 m/s$). Berikut merupakan rumus-rumus yang

digunakan untuk merancang desain antena mikrostrip *patch triangular*:

1. Dimensi Patch *Triangular*

Untuk mendesain awal antena ini mula-mula dapat diperoleh dari persamaan:

$$fr = \frac{2c}{3a\sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.6)$$

$$a = \frac{2c}{3fr\sqrt{\epsilon_r}}$$

Karena adanya efek medan *fringing* (sisi tepi) antara patch dengan *ground plane*, maka efek ini dapat dihitung terhadap *effective relative permittivity*. Sehingga digunakan nilai *eff* dari persamaan:

$$a_{eff} = a + \frac{h}{\sqrt{\epsilon_r}}$$

Keterangan:

- fr : Frekuensi resonansi (GHz)
- c : Kecepatan cahaya (3×10^8 m/s)
- a : Panjang sisi segitiga
- a_{eff} : Panjang sisi efektif (mm)
- h : ketebalan substrat (mm)

Untuk menghitung dimensi lebar saluran mikrostrip ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$B \quad (2.9)$$

$$W_f = \frac{2(h)}{\pi} \left(B - 1 - \ln(2(B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2(\epsilon_r)}) \ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right)$$

$$(2.10)$$

Keterangan:

- wf : Lebar konduktor
- B : Besar impedansi saluran (Ω)
- Z_0 : Besar impedansi antena (50Ω)

Untuk menghitung panjang saluran mikrostrip ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$\lambda_0 = \quad (2.11)$$

$$\lambda_d = \quad (2.12)$$

$$\epsilon_{reff} = \frac{(\epsilon_r + 1)}{2} + \frac{(\epsilon_r - 1)}{2} \left(\frac{1}{\sqrt{1 + \frac{12 \times h}{W}}} \right) \quad (2.13)$$

$$l_f = \quad (2.14)$$

2. Dimensi *Ground plane Patch Triangular*

$$W_g = 6h + a_{eff} \quad (2.15)$$

$$l_g = 6h + a_{eff} \quad (2.16)$$

Keterangan:

- l_g : Panjang *ground plane* (mm)
- h : Tinggi substrat (mm)
- W_g : Lebar *ground plane* (mm)
- a_{eff} : Panjang sisi efektif (mm)

H. Teknik Pencatuan

Teknik pencatuan digunakan untuk menghasilkan radiasi melalui kontak langsung atau tidak langsung. Metode yang paling mudah dibuat yaitu menghubungkan strip konduktor pada patch yang dianggap sebagai patch tambahan. Pada teknik penactuan terdapat 4 macam teknik

pencatuan yaitu *microstrip line*, *coaxial probe*, *proximity coupling*, dan *aperture coupling* [15]. Pada penelitian ini menggunakan teknik pencatuan mikrostrip *feed line*.

I. Specific Absorption Rate (SAR)

SAR merupakan suatu ukuran dari jumlah energi elektromagnetik yang diserap oleh jaringan tubuh [5]. Perhitungan SAR dengan cara mengukur medan listrik pada jaringan yang distimulus di sekitar perangkat. Berikut rumus yang digunakan (2.7) perhitungan SAR:

$$SAR = \frac{\sigma |E|^2}{\rho} \quad (2.17)$$

Keterangan:

- σ : Konduktifitas elektrik bahan
 - $|E|$: Nilai magnitude vector medan listrik
 - ρ : Massa jenis dari jaringan
 - SAR : Specific Absorption Rate (W/Kg)
- $$(2.8)$$

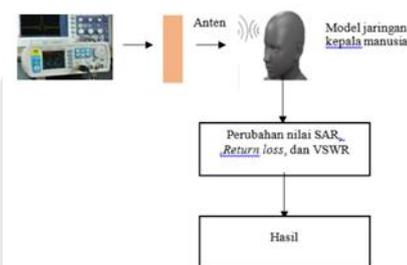
Berdasarkan standar IEEE Std C95.1-2005, dalam 1 gram massa jaringan tubuh manusia, nilai SAR yang diperbolehkan sebesar $1,6 W/Kg$

2.10 S- Paramater

S-Parameter menggambarkan hubungan input-output antara port atau terminal dalam sistem kelistrikan. S_{11} selalu berhubungan dengan parameter antena yang mewakili seberapa banyak daya yang dipantulkan dari antena. S_{11} berhubungan langsung dengan *VSWR* dan *Return Loss*. Parameter S_{11} merupakan perbandingan antara gelombang yang dipantulkan balik dengan gelombang yang dikirimkan pada port 1.

III. METODE

A. Desain Sistem

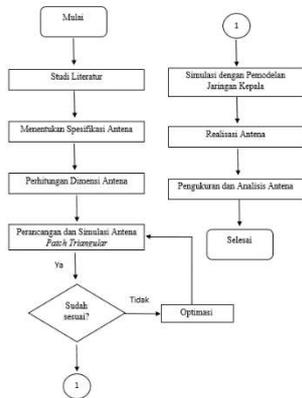


GAMBAR 3.1
Desain Sistem Penelitian

Gambar 3.1 merupakan desain sistem yang akan dilakukan pada tugas akhir. Dijelaskan bahwa proses pertama adalah *signal generator*. *Signal generator* ini berfungsi untuk membangkitkan sinyal dan memberikan input pada antena. Setelah itu, antena akan mengubah sinyal listrik menjadi gelombang elektromagnetik yang selanjutnya akan diradiasikan ke model jaringan kepala manusia. Berikutnya dilakukan analisis pada jaringan kepala manusia dengan kanker dan tanpa kanker terhadap perubahan nilai SAR, *Return Loss*, dan *VSWR* serta yang terakhir mendapatkan hasil dari analisis tersebut terhadap perubahan nilai pada jaringan kepala manusia dengan kanker dan tanpa kanker.

B. Diagram Alir

Dalam penelitian ini membutuhkan beberapa tahapan yang harus dilakukan agar pelaksanaan penelitian ini bisa lebih jelas dan terstruktur. Penelitian ini akan merancang sebuah Antena Planar Berbentuk *Patch Triangular*, berikut dapat dilihat pada gambar diagram alir penelitian ini:



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

Pada tahap pertama dalam penelitian ini yang harus dilakukan ialah studi literatur guna untuk mengumpulkan data pustaka lalu mengolahnya sebagai bahan penelitian yang akan diambil. Selanjutnya jika sudah mencari studi literatur maka tahapan berikut ialah menentukan spesifikasi antena. Spesifikasi antena yang digunakan dalam penelitian ini adalah frekuensi kerja pada antena, bandwidth, VSWR, pola radiasi, SAR serta *Return Loss*. Spesifikasi antena pada penelitian ini menggunakan antena planar dengan bentuk *triangular patch* yang bekerja pada frekuensi 5 GHz. Setelah itu, melakukan perhitungan dimensi, perancangan, serta simulasi antena pada *software*.

Jika sudah sesuai dengan optimasi maka bisa dilanjutkan dengan simulasi pemodelan jaringan kepala pada aplikasi *software*, lalu dilakukan pengukuran dan hasil nilai analisis antena yang sudah didapat. Pada hasil analisis, nilai yang akan dianalisis ialah nilai SAR, *Return Loss*, dan VSWR pada jaringan kepala yang terdeteksi kanker, dan tanpa kanker. Pada tahapan terakhir, dilakukan perbandingan hasil analisis antena yang terdeteksi kanker dan tanpa kanker pada pemodelan jaringan kepala manusia.

C. Spesifikasi Antena

Perancangan antena pada Tugas Akhir dirancang dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 3.1 Spesifikasi Antena

Parameter	Spesifikasi
Frekuensi	5 GHz
VSWR	≤ 2
Bandwidth	≥ 500 MHz
<i>Return Loss</i>	≤ -10 dB
Gain	≥ 3 dB
Jenis Antena	Antena Planar

Kemudian untuk spesifikasi substrat sebagai berikut:

Tabel 3.2 Spesifikasi Substrat *Roger Duroid-5880*

Spesifikasi substrat	Nilai
Konstanta dielektrik relative (ϵ_r)	2,2
Ketebalan Substrat (h)	1,58 mm

D. Perancangan Antena Planar Patch Triangular

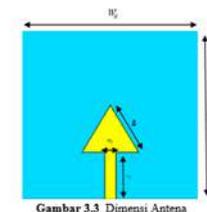
Sebelum merancang antena terlebih dahulu kita melakukan perhitungan menggunakan rumus yang terdapat pada konsep dasar teori.

E. Perancangan dan hasil perhitungan Antena Planar Patch Triangular

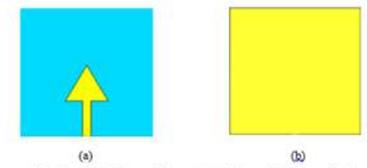
F. Perancangan Awal pada Antena

Tabel 3.3 Perhitungan Nilai Parameter Awal pada Antena

Keterangan	Nilai	Parameter
Ketebalan Substrat	1,58	h
Panjang sisi segitiga efektif	28,025	a_{eff}
Alas segitiga	26,96	a
Lebar saluran pencatu	4,886	W_f
Panjang saluran pencatu	6,3275	l_f
Lebar Ground plane dan Substrat	37,506	W_g
Panjang Ground plane dan Substrat	37,506	L_g

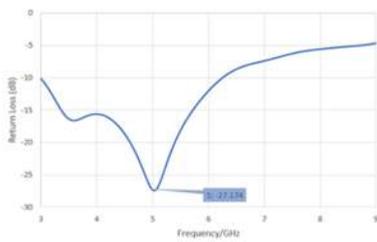


Gambar 3.3 Dimensi Antena

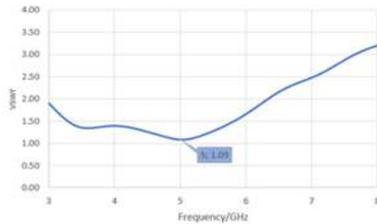


Gambar 3.4 (a) Tampak Depan dan (b) Tampak Belakang dari Antena

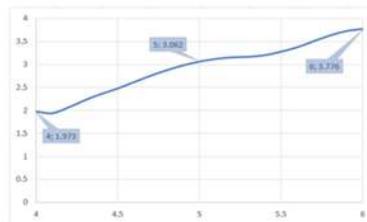
Dari hasil perhitungan awal dapat dilihat pada Tabel 3.3 setelah itu perancangan menggunakan *software* dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan 3.5 yang berbentuk *patch triangular*. Berikut merupakan gambar dan hasil simulasi antena yang terdiri dari grafik *Return Loss*, VSWR, serta gain.



Gambar 3.9 Grafik Return Loss Antena Optimasi

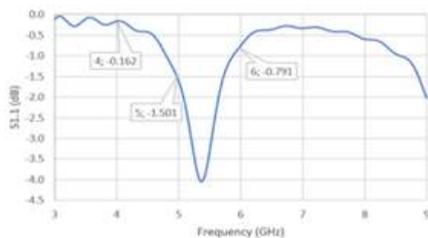


Gambar 3.10 Grafik VSWR Antena Optimasi

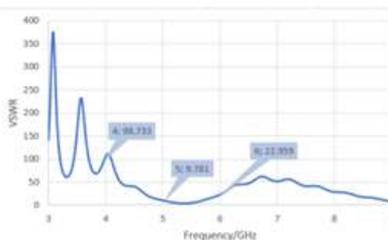


Gambar 3.11 Grafik Gain Antena Optimasi

Pola radiasi pada frekuensi 5 GHz yaitu *unidirectional*, dan mendapatkan gain sebesar 1,535 dBi serta gambar grafik 3.5, 3.6, dan 3.7 terlihat bahwa nilai *Return Loss*, *VSWR*, bandwidth, serta gain belum memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Maka harus dilakukan proses optimasi antenna agar memenuhi spesifikasi yang diinginkan. Berikut merupakan optimasi yang dilakukan.



Gambar 3.5 Grafik Return Loss Antena Sebelum dioptimasi



Gambar 3.6 Grafik VSWR Antena sebelum optimasi

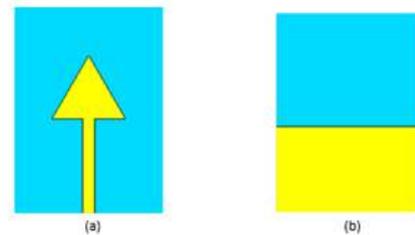
1. Optimasi pada antenna

Proses optimasi ini dilakukan dengan penambahan metode DGS pada bagian *ground plane*, serta merubah ukuran *patch*, dan *feedline* untuk mencapai spesifikasi yang diinginkan.

Tabel 3.4 Ukuran Dimensi Antena Optimasi

Dimensi Antena	Nilai sebelum Optimasi (mm)	Nilai sesudah Optimasi (mm)
Patch (a)	26,96	27,99
Lebar <i>Feed</i> (W_f)	4,886	4,199
Panjang <i>Feed</i> (L_f)	6,3275	38,955
Lebar <i>ground plane</i> (W_g)	37,506	49,998
Panjang <i>ground plane</i> (L_g)	37,506	69,998

Berikut merupakan gambar dimensi antenna, serta gambar grafik *Return Loss*, *VSWR*, dan gain.



Gambar 3.8 Dimensi Antena Optimasi (a) tampak depan dan (b) tampak belakang

Dapat dilihat pada Tabel 3.4 pertama diubah terlebih dahulu dimensi *patch* pada antenna. Hasil yang didapatkan selama proses optimasi adalah semakin besar nilai dimensi *patch* maka bandwidth yang dihasilkan akan semakin lebar. Tak hanya dilihat dari dimensi *patch* untuk memperlebar bandwidth, namun dengan cara memperbesar *feed line* serta lebar dan panjang *ground plane* juga sangat berpengaruh dalam memperlebar bandwidth serta dapat mencapai spesifikasi yang diinginkan.

Gambar 3.8 merupakan dimensi antenna yang sudah di optimasi dengan penambahan metode DGS yang menyebabkan bandwidth menjadi lebar dapat dilihat pada Gambar 3.9 nilai bandwidth sebesar 3,25 GHz. Selain itu, perubahan nilai dimensi antenna juga mempengaruhi lebarnya bandwidth seperti perubahan ukuran dimensi antenna pada tabel 3.4. Pola radiasi yang dihasilkan pada Gambar 3.11 di frekuensi 5 GHz yakni *bidirectional* serta nilai gain mengalami peningkatan, untuk gain frekuensi 5 GHz sebesar 3,062 dBi.

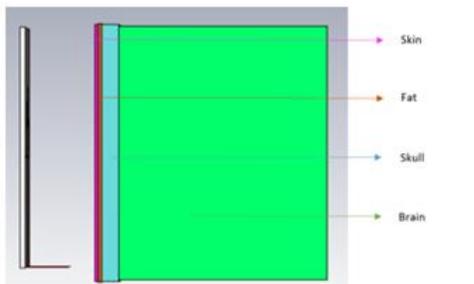
Tabel 3.5 Data Hasil Perancangan Antena Awal dan Antena Optimasi

Parameter	Desain Awal	Optimasi
Frekuensi (GHz)	5	5
Bandwidth (GHz)	-	3,25
Gain	1,535	3,062
Pola radiasi	<i>Unidirectional</i>	<i>Bidirectional</i>

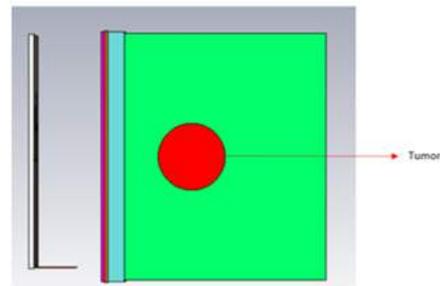
Setelah hasil optimasi didapatkan sesuai spesifikasi yang diinginkan seperti pada Tabel 3.5, maka selanjutnya dilakukan simulasi pada *phantom* atau pemodelan jaringan kepala dengan pemodelan jaringan kepala sehat atau tidak ada nya kanker dan jaringan kepala tidak sehat/mempunyai kanker.

G. Simulasi Antena Terhadap Pemodelan Jaringan Kepala Manusia

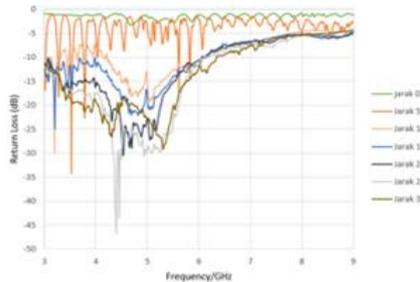
Dapat dilihat juga pada Gambar 3.13 merupakan grafik nilai *Return Loss* pengaruh jarak antenna terhadap *phantom*. Didapatkan hasil bahwa nilai *Return Loss* mengalami pergeseran dan dapat dilihat pada jarak 0-5 bandwidth menyempit. Maka dari itu jarak yang digunakan untuk mengukur *phantom* adalah dengan jarak 20 mm.



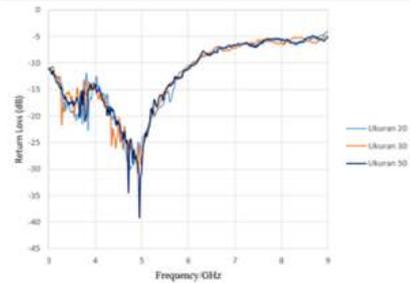
Gambar 3.12 Desain Phantom Jaringan Kepala dengan Jarak 20 mm



Gambar 3.14 Phantom Jaringan Kepala dengan Kanker



Gambar 3.13 Pengaruh Jarak Antena pada phantom



Gambar 3.15 Grafik Return Loss Phantom Kepala dengan Kanker

Pada Gambar 3.13 terlihat pada grafik bahwa nilai *Return Loss* mengalami perubahan, tak hanya itu bandwidth yang dihasilkan pada frekuensi tertentu terjadi penyempitan. Antena saat dalam keadaan tanpa *phantom* kinerjanya hanya dipengaruhi oleh udara ruang bebas. Sedangkan, saat antena dihadapkan *phantom* dapat mempengaruhi banyak faktor seperti nilai konduktifitas dan dielektrik dari *phantom* itu sendiri yang akan mempengaruhi kinerja antena.

Tabel 3.7 Nilai Return Loss Phantom Jaringan Kepala Kanker dan Tanpa Kanker

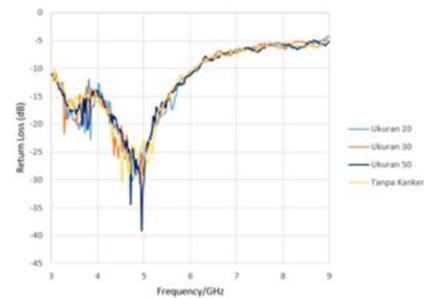
Ukuran (mm)	Return Loss (dB)
20	-27,88
30	-26,47
50	-29,91
Tanpa Kanker	-23,16

Penelitian ini juga membandingkan nilai *Return Loss* dan nilai *e-field* yang didapatkan jika ukuran kanker berubah. Pengukuran ini menggunakan *phantom* kepala dengan ukuran kanker yang berbeda sesuai pengelompokan jenis tumor. Tumor jinak mempunyai besar 10 sampai 20 mm sedangkan untuk tumor ganas >20 mm. Oleh karena itu pengukuran ini menggunakan ukuran 20,30, dan 50 mm.

Tabel 3.6 Perbandingan Nilai e-field phantom Tanpa Kanker dan Phantom dengan Kanker

Ukuran Kanker (mm)	Phantom tanpa Kanker (V/m)	Phantom dengan Kanker (V/m)
20	23,630	25,765
30	23,630	25,772
50	23,630	25,786

Berdasarkan nilai *e-field* yang didapat pada Tabel 3.6 terlihat bahwa nilai *e-field* pada *phantom* tanpa kanker itu lebih rendah dibandingkan *phantom* dengan kanker dan untuk perbandingan nilai *Return Loss phantom* tanpa kanker dan dengan kanker dapat dilihat pada Gambar 3.16. Pada saat ada kanker, *Return Loss* cenderung lebih meningkat dibandingkan dengan tanpa kanker.



Gambar 3.16 Grafik Return Loss Phantom Kepala Tanpa Kanker dan dengan Kanker

Dapat dilihat pada Tabel 3.7 merupakan nilai *return loss phantom* dengan jaringan kepala kanker dan tanpa kanker. *Phantom* dengan jaringan kepala tanpa kanker terdeteksi dengan nilai *return loss* sebesar -23,16 dB sedangkan untuk *phantom* dengan jaringan kepala kanker ukuran 20 mm terdeteksi dengan nilai *return loss* -27,88 dB, ukuran 30 mm nilai *return loss* -26,47 dB, dan ukuran 50 mm nilai *return loss* -29,91 dB. Ukuran kanker 30 mm nilai *return loss* lebih kecil dibandingkan dengan ukuran kanker 20 mm dikarenakan perbedaan karakteristik antena yang digunakan pada saat simulasi. Selain itu, ukuran tumor lebih kecil dapat menyebabkan sinyal elektromagnetik yang lebih kuat antara tumor dan antena sehingga dapat menghasilkan perbedaan dalam nilai *return loss* serta nilai *return loss* jaringan kepala tanpa kanker lebih tinggi

dibandingkan jaringan kepala kanker karena lebih sedikit daya yang dipantulkan

H. Analisis Spesific Absorption Rate (SAR)

Pada penelitian ini juga dilihat nilai SAR pada Tabel 3.7 yang diperoleh dari simulasi phantom dengan referensi daya 0,5 W yang dimana nilai SAR ini masih aman untuk jaringan tubuh manusia.

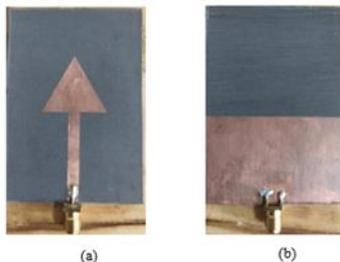
Tabel 3.8 Nilai SAR pada Phantom Jaringan Kepala Kanker dan Tanpa Kanker

Ukuran (mm)	SAR (W/Kg)
20	0,03592
30	0,0364
50	1,25
Tanpa Kanker	0,37

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Realisasi Antena

Setelah melakukan perancangan desain dan simulasi antena dengan spesifikasi yang diinginkan, selanjutnya antena tersebut direalisasikan atau difabrikasi. Antena direalisasikan dengan menggunakan bahan substrate RT Rogers Duriod 5880, ground plane, dan patch menggunakan copper



Gambar 4.1 Realisasi Antena Planar Patch Triangular: (a) tampak depan, (b) tampak belakang

B. Pengukuran Antena

Antena yang telah direalisasikan akan dilihat nilai parameternya yaitu Return Loss, VSWR, bandwidth, gain, serta pola radiasi. Pengukuran dilakukan di Chamber Universitas Telkom.

C. Analisis Pengukuran Antena

Untuk pengukuran Return Loss dan VSWR menggunakan medan dekat, sedangkan untuk pengukuran gain dan pola radiasi menggunakan medan jauh. Untuk pengukuran yang dilakukan secara medan jauh itu kedua antena dipisahkan dengan jarak.

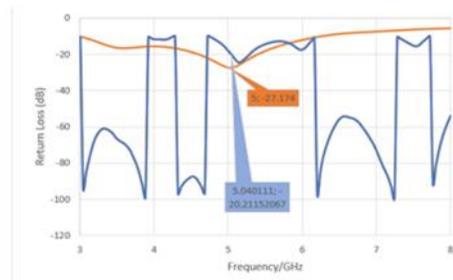
$$R = \frac{2D^2}{\lambda}$$

Yang dimana, R merupakan jarak minimal, D merupakan dimensi terbesar antena, dan λ merupakan panjang gelombang. Dimensi terbesar antena yaitu menggunakan antena horn, dengan D = 27 cm, panjang gelombang frekuensi 5GHz yaitu λ = 0,06 cm. Untuk itu nilai R nya adalah 2,43 m

D. Analisis Perbandingan Hasil Simulasi dan Pengukuran Pada Antena

Dari simulasi dan pengukuran antena diperoleh data-data seperti nilai Return Loss, VSWR, gain, dan pola radiasi. Perbandingan nilai Return Loss dan VSWR dari

hasil simulasi dan pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan Gambar 4.6



Gambar 4.5 Hasil Perbandingan Return Loss



Gambar 4.7 Pola Radiasi Simulasi



Gambar 4.8 Pola Radiasi Pengukuran

Tabel 4.1 Hasil akhir perbandingan

Parameter	Simulasi		
	Desain Awal	Desain Optimasi	Pengukuran
Frekuensi (GHz)	5	5	5
Return Loss (dB)	-1,59	-27,174	-20,2115
VSWR	10,89	1,089	1,216
Bandwidth (GHz)	-	3,25	1,56
Gain (dBi)	1,535	3,062	2,18
Polaradiasi	Unidirectional	Bidirectional	Bidirectional

V. KESIMPULAN

Dalam proses perancangan perancangan simulasi, dan realisasi antena planar Ultra Wideband patch triangular untuk deteksi kanker otak terdapat beberapa kesimpulan yang dapat diambil, diantaranya antena bekerja pada frekuensi 5 GHz, serta mempunyai nilai Return Loss -27,174 dB, VSWR 1,089, gain 3,062 dBi, dan bandwidth sebesar 3,25 GHz. Kedua, antena yang telah difabrikasi memiliki spesifikasi nilai Return Loss -20,211 dB, VSWR 1,216, gain 2,18 dBi, dan bandwidth sebesar 1,56 GHz. Ketiga, Penggunaan metode DGS pada antena sangat berpengaruh untuk pelebaran bandwidth antena. Keempat, dari hasil simulasi, antena mampu deteksi jaringan kepala dengan kanker dan tanpa kanker ditandai oleh perubahan nilai electric field dan Return Loss. Nilai electric field jaringan kepala dengan kanker lebih besar dibandingkan jaringan kepala tanpa kanker, serta nilai return loss jaringan kepala dengan kanker lebih besar dibandingkan jaringan kepala dengan kanker serta dalam penelitian ini menggunakan daya referensi sebesar 0,5 W yang aman terhadap jaringan tubuh manusia.

REFERENSI

- [1] D. A. Saleeb, R. M. Helmy, N. F. F. Areed, M. Marey, W. M. Abdulkawi, and A. S. Elkorany, "A technique for the early detection of brain cancer using circularly polarized reconfigurable antenna array," *IEEE Access*, vol. 9, pp. 133786–133794, 2021, doi: 10.1109/ACCESS.2021.3115707.
- [2] M. J. Dishali, K. M. Kumar, and S. M. Mustafa Nawaz, "Design of Microstrip Patch Antenna for Brain Cancer Detection," *ICTACT Journal on Microelectronics*, vol. 5, no. 1, pp. 731–737, 2019, doi: 10.21917/ijme.2019.0128
- [3] P. Bhardwaj and R. K. Badhai, "Compact wideband folded strip monopole antenna for brain stroke detection," *Int J Microw Wirel Technol*, vol. 13, no. 9, pp. 937–946, Nov. 2021, doi: 10.1017/S1759078720001579
- [4] S. A. Kadir Al-Nahyun, F. Mahbub, R. Islam, S. B. Akash, R. R. Hasan, and M. A. Rahman, "Performance Analysis of Microstrip Patch Antenna for the Diagnosis of Brain Cancer Tumor Using the Fifth-Generation Frequency Band," in *2021 IEEE International IOT, Electronics and Mechatronics Conference (IEMTRONICS)*, Apr. 2021, pp. 1–6. doi: 10.1109/IEMTRONICS52119.2021.9422503
- [5] M. Aminudin Jamlos, W. A. Mustafa, W. Khairunizam, I. Zunaidi, Z. M. Razlan, and A. B. Shahrman, "Tumor Detection via Specific Absorption Rate Technique Using [10] D. Sharmila, R. Sharmila, and J. Rangarajan, "UWB Antenna for Brain Stroke and Brain Tumor Detection," *International Journal of Research Publication and Reviews Journal*, vol. 3, no. 4, pp. 871–875, Apr. 2022, [Online]. Available: www.ijrpr.com
- [11] S. Alam and K. A. Santoso, "Antena Mikrostrip Segitiga dengan Parasitic untuk Aplikasi Wireless Fidelity," *Journal Kajian Teknik Elektro*, vol. 2, no. 1, pp. 25–37, 2017, doi: <https://doi.org/10.52447/jkte.v2i1.550>.
- [12] H. H. Ryanu, D. P. Setiawan, and Edwar, "Desain Antena Mikrostrip UWB dengan Peningkatan Lebar Pita dan [9] Karakteristik Triple Notch Band," *Jurnal Nasional Teknik Elektro dan Teknologi Informasi*, vol. 10, no. 3, pp. 249–256, 2021, doi: <https://doi.org/10.34820/FK2/UFOSF3>.
- [1] [13] F. Kabir and Y. Rahayu, "Perancangan Antena Array Ultra Wideband Menggunakan Metode Defected Ground Structure (DGS) Berbentuk Bee Comb Untuk Pendeteksian Tumor Pada Otak," *Jom FTEKNIK*, vol. 6, pp. 1–9, 2019.
- [14] M. Iqbal Siregar, L. Olivia Nur, and N. Mufti Adriansyah, "Antena Planar Ultra Wideband Berbentuk Patch Segienam dengan Defected Ground Structure untuk Deteksi Kanker Otak," *e-Proceeding of Engineering*, vol. 7, no. 3, pp. 8943–8950, Dec. 2020.
- [15] R. Samuel Marojahan Purba, L. Olivia Nur, and H. Hian Ryanu, "Antena Wearable Patch Triangular Ultra Wideband Untuk Aplikasi Kesehatan," in *Seminar Nasional Teknik Elektro UIN Sunan Gunung Djati Bandung (SENTER 2021)*, Jan. 2022, pp. 286–294.
- [16] S. Abhijit Vishwasrao and N. D. Pergad, "New Generation of Mri System Using UWB Patch Antenna," *International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science*, vol. 4, no. 10, pp. 570–575, Oct. 2022, doi: 10.56726/irjmet30553.
- [17] A. Ashyap *et al.*, "Planar Monopole UWB Antenna for Microwave Medical Image System," in *Proceedings of 2nd International Multi-Disciplinary Conference Theme: Integrated Sciences and Ultra-Wideband Antenna," in IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, Jun. 2019, vol. 557, no. 1, pp. 1–11. doi: 10.1088/1757-899X/557/1/012024
- [6] [6] J. Dishali and M. Kumar, "Analysis of Microstrip Patch Antennas for Detecting Brain Cancer," *International Journal of Research in Engineering, Science and Management*, vol. 1, no. 11, pp. 607–610, Nov. 2018. [7] Y. Li, W. Li, Q. Ye, and R. Mittra, "A survey of planar ultra-wideband antenna designs and their applications," *Forum for Electromagnetic Research Methods and Application Technologies (FERMAT)*, vol. 1, pp. 1–16, 2014, [Online]. Available: <https://www.researchgate.net/publication/303933670>
- [8] [7] X. Ling, "Ultra-Wideband Antenna and Design," in *Ultra Wideband - Current Status and Future Trends*, InTech, 2012. doi: 10.5772/47805.
- [9] [8] S. Sinha, T. S. R. Niloy, R. R. Hasan, M. A. Rahman, and S. Rahman, "A wearable microstrip patch antenna for detecting brain tumor," in *Proceedings of International Conference on Computation, Automation and Knowledge Management, ICCAKM 2020*, Jan. 2020, pp. 85–89. doi: 10.1109/ICCAKM46823.2020.905
- Technologies*, Jan. 2022. doi: 10.4108/eai.7-9-2021.2314952.
- [18] M. Ahasan Ibna Aziz, M. Rana, M. Islam, and R. Inum, "Effective Modeling of GBC Based Ultra-Wideband Patch Antenna for Brain Tumor Detection," in *2018 International Conference on Computer, Communication, Chemical, Material and Electronic Engineering (IC4ME2)*, Sep. 2018, pp. 1–4. doi: 10.1109/IC4ME2.2018.8465492.
- [19] P. S. Nakar, "Design of a Compact Microstrip Patch Antenna for Use in Wireless/Cellular Device," pp. 32-37, 2004.
- [20] F. Wahyu Ardianto, S. Renaldy, F. Fathir Lanang, T. Yunita, "Desain Antena Mikrostrip Rectangular Patch Array 1x2 dengan U-Slot Frekuensi 28 GHz," *Elkomika*, vol. 7, No. 1, pp. 43-59, Jan. 2019, doi: <http://dx.doi.org/10.26760/elkomika.v7il.43>.

