

ANTENA DUAL BAND FREKUENSI 2,45 GHz DAN 5,85 GHz UNTUK APLIKASI TELEMEDIS

DUAL BAND TEXTILE ANTENNA FREQUENCY OF 2,4GHz AND 5,8GHz FOR TELEMEDICINE APPLICATION

Ervan Novian¹, Levy Olivia Nur², Bambang Setia Nugroho³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹ervannovian@student.telkomuniversity.ac.id,

²levyolivia@telkomuniversity.ac.id, ³bambangsetianugroho@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Telemedis adalah aplikasi kesehatan yang menggunakan teknologi telekomunikasi. Antena sangat dibutuhkan untuk aplikasi telemedis, oleh karena itu antena yang dibutuhkan adalah antena yang spesifikasinya cocok untuk digunakan pada tubuh manusia. Antena tekstil merupakan salah satu jenis antena wearable yaitu antena yang dapat digunakan pada tubuh manusia. Antena tekstil memiliki sifat bahan yang lembut, ringan, dan fleksibel.

Tugas akhir ini merancang dan merealisasikan antena tekstil dual band dengan berbahan dasar *cordura jeans* dengan ketebalan 2 mm sebagai substrat dan *copper tape* sebagai bahan untuk *groundplane* dan *rectangular patch*. Antena ini bekerja pada frekuensi 2,45 GHz dan 5,85 GHz dan diharapkan sesuai dengan spesifikasi, yaitu gain >3 dB, return loss di bawah -10 dB, VSWR <2 dan bandwidth yang dihasilkan >50 MHz.

Hasil simulasi menunjukkan pada frekuensi 2,45 GHz memiliki nilai *gain* sebesar 7,5591 dB, *return loss* sebesar -22,4638 dB, nilai VSWR sebesar 1,1629, dan *bandwidth* yang dihasilkan adalah 50 MHz. Lalu pada frekuensi 5,85 GHz memiliki nilai *gain* sebesar 7,3481 dB, nilai *return loss* sebesar -26,2804 dB, nilai VSWR sebesar 1,1020, dan *bandwidth* yang dihasilkan adalah 120 MHz.

Hasil realisasi menunjukkan terdapat pergeseran pada frekuensi kerja 2,45 GHz menjadi 2,8 GHz dengan nilai *return loss* sebesar -14,063 dB, nilai VSWR sebesar 1,4940 dan nilai *gain* sebesar 6,7409 dB. Pada frekuensi 5,85 GHz memiliki nilai *return loss* sebesar -16,122 dB, nilai VSWR sebesar 1,3779, dan nilai *gain* sebesar 8,6459 dB. Antena dapat bekerja dengan baik pada saat mengalami uji fleksibilitas dengan dililitkan pada pipa paralon berbentuk tabung dengan diameter 8 cm dan 10 cm. Nilai *return loss* yang didapatkan kurang dari -10 dB dan nilai VSWR yang didapatkan <2.

Kata kunci: Telemedis, antena tekstil, antena *dual band*, *return loss*, VSWR.

Abstract

Telemedicine is a health application that uses telecommunications technology. Antenna is needed for telemedicine applications, Therefore, the antenna needed is an antenna whose specifications are suitable for the human body. Textile antenna is a type of wearable antenna, which is an antenna that can be used on the human body. Textile antenna have the properties of a soft, lightweight, and flexible material.

This final project designs and realizes a dual band textile antenna made from cordura jeans with a thickness of 2 mm as a substrate and copper tape as a material for the groundplane and rectangular patch. This antenna works at a frequency of 2.45 GHz and 5.85 GHz and is expected to comply with the specifications, namely gain > 3 dB, return loss below -10 dB, VSWR <2 and the resulting bandwidth > 50 MHz.

The simulation results of the 2.45 GHz frequency has a gain value of 7.5591 dB, a return loss of -22.4638 dB, a VSWR value of 1.1629, and the resulting bandwidth is 50 MHz. Then at a frequency of 5.85 GHz it has a gain value of 7.3481. Then at 5.85 GHz frequency it has a gain value of 7.3481, a return loss value of -26.2804 dB, a VSWR value of 1.1020, and the resulting bandwidth is 120 MHz.

The realization results shows it has shift in frequency of 2,45 GHz to 2,80 GHz with a return loss value of -14,063 dB, a VSWR value of 1,4940 and it has gain value of 6,7409 dB. Of the 5,85 GHz frequency has a return loss of -16,122 dB, a VSWR value of 1,3779, and it has gain value of 8,6459 dB. When testing flexibility with a 8 cm and 10 cm tube, Antenna can work well. It

has a return loss value less than -10 dB and a VSWR value <2.

Keywords: telemedicine, textile antenna, dual band antenna, return loss, VSWR

1. Pendahuluan

Telemedis merupakan aplikasi pengobatan klinis yang memanfaatkan telepon, internet, dan jaringan komunikasi lain untuk memberikan informasi medis. *Weareble* antenna sangat membantu dalam pengaplikasian telemedis. *Wearable* antenna adalah jenis antenna yang dapat dipakai di tubuh manusia. Antena tekstil memiliki kemampuan yang lebih baik dibandingkan dengan antenna jenis lain dalam hal interaksi dengan tubuh manusia. Antena ini dapat mengurangi radiasi yang terpancar ke tubuh manusia yang menimbulkan faktor resiko kesehatan manusia dalam jangka panjang. Antena jenis ini juga dapat melengkung dan dapat dirancang sedemikian rupa menyesuaikan bentuk yang diinginkan[1]. Sehingga antenna ini sangat cocok digunakan untuk aplikasi kesehatan.

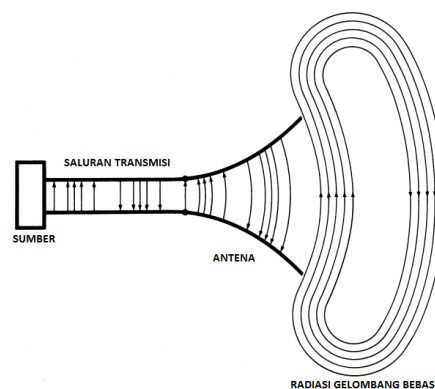
Antena jenis mikrostrip merupakan antenna yang sering digunakan untuk antenna tekstil. Antena mikrostrip ialah antenna yang berbentuk papan (*board*) dan mampu bekerja pada frekuensi yang tinggi. Frekuensi ini merupakan frekuensi pada pita *Industry, Scientific, and Medical (ISM) band* yang bebas dari pengaturan. Antena mikrostrip terdiri dari 3 bagian yaitu *conducting patch*, substrat dielektrik, dan *groundplane*[2].

Oleh karena itu Tugas Akhir ini mengusulkan penelitian antenna *dual band* dengan menggunakan substrat berbahan dasar tekstil yang bekerja pada frekuensi *Industrial, Scientific and Medical (ISM)*, yaitu 2,45 GHz dan 5,8 GHz. Bahan tekstil yang digunakan yaitu *cordura jeans* yang memiliki ketebalan 2mm. Akan dilakukan simulasi menggunakan *phantom* pada lengan yang bertujuan untuk mengetahui nilai SAR. Hasil simulasi akan dibandingkan dengan hasil pengukuran dengan parameternya yaitu *bandwidth, return loss, gain*, dan pola radiasi.

2. Dasar Teori

2.1 Antena

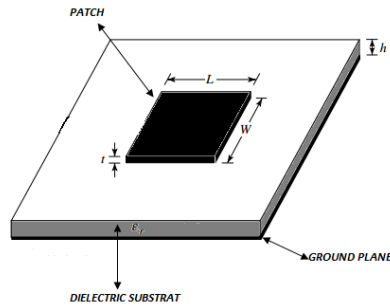
Antena merupakan perangkat yang biasanya terbuat dari logam yang berfungsi untuk menerima atau memancarkan gelombang elektromagnetik. Antena dapat merubah gelombang elektromagnetik dari radiasi udara bebas menjadi besaran listrik yang selanjutnya disalurkan pada saluran transmisi[3]. Antena dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2.1 Antena

2.1.1 Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan antenna mikro yang berbentuk papan tipis dengan kemampuan bekerja pada frekuensi di atas 100 MHz. Antena ini dapat dirancang sedemikian rupa sehingga sangat cocok untuk kebutuhan aplikasi telekomunikasi saat ini. Pada umumnya, antenna mikrostrip memiliki 3 bagian utama yaitu, patch, substrat, dan ground plane[3] yang dapat dilihat pada Gambar 2.2



Gambar 2.1. Antena Mikrostrip

Parameter yang harus diketahui dalam perhitungan matematis antena mikrostrip *patch rectangular* adalah frekuensi resonansi (f_r), konstanta dielektrik dari substrat (ϵ_r), dan tebal dari substrat (h). Perancangan antena mikrostrip persegi dilakukan secara bertahap, yaitu [4]: Parameter yang harus diketahui dalam perhitungan matematis antena mikrostrip *patch rectangular* adalah frekuensi resonansi (f_r), konstanta dielektrik dari substrat (ϵ_r), dan tebal dari substrat (h). Perancangan antena mikrostrip persegi dilakukan secara bertahap, yaitu [2]:

- Menentukan lebar *patch* (W) antena mikrostrip menggunakan persamaan :

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

- Menentukan nilai konstanta dielektrik efektif substrat menurut Hammerstad dan Bekkadal adalah sebagai berikut:

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + \frac{12h}{W} \right)^{-\frac{1}{2}} \quad (2.2)$$

- Menentukan ΔL (*extension of length*) menggunakan persamaan

$$\Delta L = 0,412 \times h \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264 \right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8 \right)} \quad (2.3)$$

- Menentukan panjang *patch* antena (L) sebenarnya dengan persamaan:

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

- Menentukan panjang efektif (L_{eff}) menggunakan persamaan

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

- Menentukan panjang *ground plane* (L_g)

$$L_g = 6h + L \quad (2.6)$$

- Menentukan panjang *ground plane* (W_g)

$$W_g = 6h + W \quad (2.7)$$

- Menentukan lebar mikrostrip line (W_f)

$$W_f = \frac{2 \times h}{\pi} \times \left[B - 1 - \ln(2B - 1) \times \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \times \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right] \quad (2.8)$$

$$B = \frac{60 \times \pi^2}{z_0 \times \sqrt{\epsilon_r}} \quad (2.9)$$

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[\left(1 + \frac{12h}{W_f} \right)^{-1/2} \right] \quad (2.10)$$

- Menentukan panjang mikrostrip line (L_f)

$$L_f = \frac{\lambda_g}{4} \quad (2.11)$$

2.1.2 Antena Tekstil

Antena tekstil merupakan jenis antena yang terbuat dari bahan tekstil yang dapat diintegrasikan pada pakaian[5]. Penggunaan antena tekstil pada aplikasi telemedicine akan membuat nyaman saat digunakan karena sifatnya yang fleksibel, ringan, dan nyaman.

2.1.3 Antena Dual Band

Antena *dual-band* merupakan jenis antena yang dapat bekerja pada dua *range* frekuensi yang berbeda. Terdapat beberapa macam metode yang digunakan untuk menghasilkan antena *dual-band*. Salah satu diantaranya adalah dengan cara menambahkan slot atau irisan di dalam *patch* untuk menghasilkan antena *dual-band* yang bekerja pada dua *range* frekuensi yang berbeda. Cara ini digunakan karena dinilai paling sederhana untuk menghasilkan antena *dual-band* dua buah frekuensi yang berbeda[6].

2.2 Telemedis

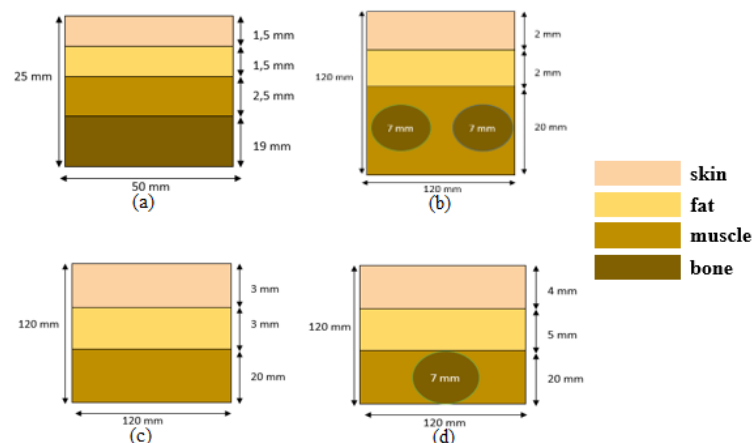
Telemedis adalah aplikasi kesehatan yang menggunakan teknologi telekomunikasi sebagai penunjang utamanya. Berbeda dengan *telehealth*, *telemedicine* hanya mencakup layanan klinis, sedangkan *telehealth* mencakup layanan klinis dan nonklinis. Telemedis memiliki dua konsep dasar dalam pelaksanaannya, yaitu *real time* dan *store and forward*[7].

Secara umum telemedis digunakan untuk melakukan pengukuran menggunakan sensor dengan teknologi WBAN, yaitu[8]:

1. Electrocardiogram (ECG), untuk monitoring aktivitas jantung.
2. Electroencephalogram (EEG), untuk mendeteksi adanya kelainan otak.
3. Electromyogram (EMG), untuk mendiagnosis kelainan otot dan saraf .
4. Pulse Pressure, untuk mendeteksi vital sign pasien, yaitu kesadaran, frekuensi nadi, frekuensi napas, tekanan darah dan suhu manusia.

2.3 Phantom

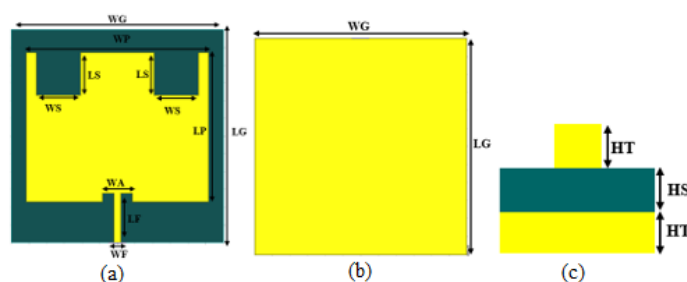
Phantom merupakan pemodelan dari tubuh manusia yang digunakan untuk melakukan simulasi Wireless Body Area Network. Phantom dirancang sesuai dengan bentuk dan karakteristik bagian tubuh manusia, apakah dari bentuk fisiknya seperti ketebalan kulit, ketebalan lemak, ketebalan otot, ataupun dari karakteristik khusus seperti nilai permitivitas, nilai permeabilitas dan nilai konduktivitasnya. Perancangan yang sesuai dengan bentuk dan karakteristik aslinya akan membuat hasilnya mendekati hasil pengukuran antena. Berikut Gambar 2.4 merupakan dimensi phantom pergelangan tangan, lengan, dada dan paha[5].



Gambar 2.2 Phantom, (a) pergelangan tangan (b) lengan (c) dada (d) paha.

3. Perancangan Antena

3.1. Desain Antena



Gambar 3.1. Desain Antena, (a) Tampak Depan (b) Tampak Belakang (c) Tampak Samping.

Tabel 3.1 Dimensi Antena Setelah Optimasi

Dimensi Antena	Nilai (mm)
Lebar <i>ground plane</i> (W_g)	60
Panjang <i>ground plane</i> (L_g)	60
Lebar <i>patch</i> (W_p)	51,5
Panjang <i>patch</i> (L_p)	42
Lebar <i>slot</i>	12,55
Panjang <i>slot</i>	12
Lebar <i>slot</i> (W_A)	8,62
Lebar feed (W_f)	5
Panjang Feed (L_f)	14
Tebal Substrat (H_s)	2
Tebal Conductor (H_T)	0,035

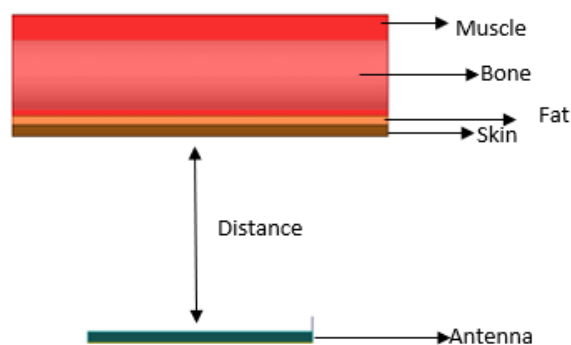
Hasil optimasi menunjukkan bahwa nilai parameter sudah memenuhi spesifikasi yang dapat dilihat pada nilai parameter yang terdapat pada Tabel 3.2 di bawah ini.

Tabel 3.2 Nilai Parameter

NO	Parameter	Frekuensi	
		2,45 GHz	5,85 GHz
1.	<i>Return Loss</i> (dB)	-22,4638	-26,2804
2.	<i>Bandwidth</i> (MHz)	50	120
3.	<i>Gain</i> (dB)	7,5591	7,3481
4.	VSWR	1,1629	1,1020
5.	Pola Radiasi	<i>Unidirectional</i>	<i>Omnidirectional</i>

3.1 Simulasi Antena Dengan *Phantom* Lengan

Phantom lengan memiliki komponen penyusun antara lain, kulit, lemak, otot, dan tulang. Simulasi dilakukan pada jarak 3 cm, 4 cm, dan 5 cm pada frekuensi kerja 2,45 GHz dan 5,85 GHz yang dapat dilihat pada Gambar 3.2.

**Gambar 3.2** *Phantom* Lengan.

Hasil parameter simulasi antena dengan *phantom* lengan dapat dilihat pada Tabel 3.3 di bawah ini.

Tabel 3.3 Nilai Parameter Antena Dengan *Phantom*

Frekuensi	Jarak (cm)	SAR (W/Kg)	Gain (dB)	VSWR	Return Loss (dB)	Pola Radiasi
2,45 GHz	3	1,7979	5,4644	1,3769	-15,9956	<i>Unidireksional</i>
	4	1,5453	5,6427	1,5317	-13,5549	<i>Unidireksional</i>
	5	1,1938	5,4766	1,1173	-25,1277	<i>Unidireksional</i>
5,85 GHz	3	0,4903	5,2173	1,2359	-19,5352	<i>Omnidireksional</i>
	4	0,1962	2,3697	1,0124	-44,1842	<i>Omnidireksional</i>
	5	0,1299	2,3588	1,2064	-20,5802	<i>Omnidireksional</i>

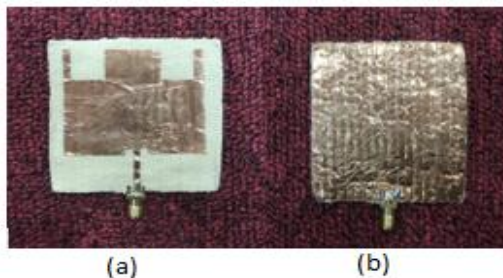
Dari Tabel 3.6 dapat dilihat bahwa antena dapat bekerja dengan baik pada saat antena diletakkan di atas lengan dengan jarak 3 cm, 4 cm, dan 5 cm. Nilai SAR yang tercatat masih memenuhi persyaratan, yaitu nilainya di bawah 1,6 W/kg.

4. Pengukuran dan Analisis

Pengukuran antena meliputi pengukuran parameter dalam dan parameter luar. Untuk parameter dalam meliputi nilai VSWR dan bandwidth yang dilakukan di Laboratorium Elektromagnetika Telkom University. Sedangkan untuk parameter luar meliputi pola radiasi dan gain antena yang dilakukan di Laboratorium Antena Telkom University.

4.1 Realisasi Antena

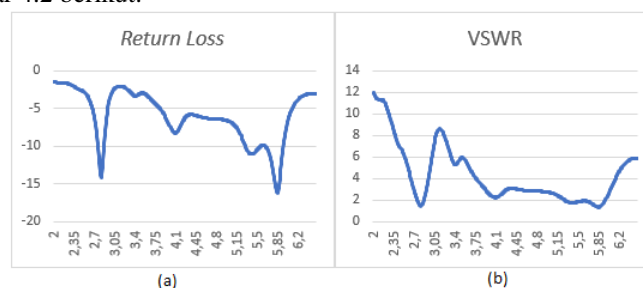
Setelah melakukan simulasi sampai mencapai hasil antena yang sesuai dengan spesifikasi, maka tahap selanjutnya yaitu realisasi antena. Realisasi antena dilakukan oleh penulis dengan cara *handmade* dengan bahan dasar *copper tape* sebagai *groundplane* dan *patch* serta *cordura jeans* sebagai bahan substrat. Kemudian antena diberi konektor SMA sebagai *port* pencatu. Antena dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Realisasi Antena, (a) Tampak Depan (b) Tampak Belakang

4.2 Pengukuran Parameter Dalam

Pengukuran parameter *return loss* dan VSWR dilakukan dalam keadaan udara bebas. Hasilnya dapat dilihat pada Gambar 4.2 berikut.

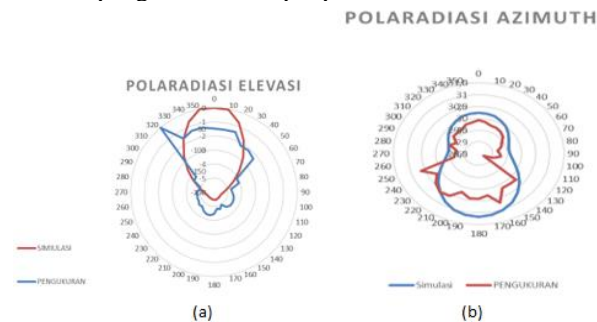


Gambar 4.2 Grafik nilai *return loss* simulasi dan realisasi

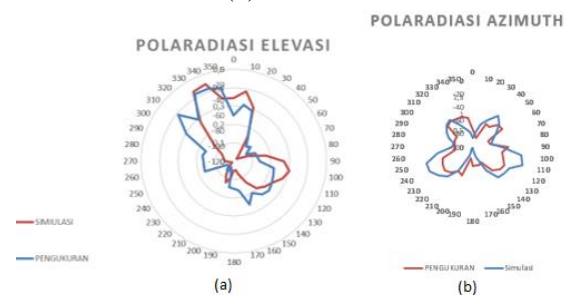
Hasil pengukuran menunjukkan nilai *return loss* sebesar -14,063 dB pada frekuensi 2,8 GHz dan VSWR sebesar 1,4940. Pada frekuensi 5,85 GHz memiliki nilai *return loss* sebesar -16,122 dB dan VSWR sebesar 1,3779. Terdapat pergeseran pada frekuensi kerja 2,45 GHz. Hal tersebut diakibatkan oleh beberapa faktor. Faktor yang mempengaruhi adalah keadaan lingkungan yang berbeda, pemasangan konektor yang kurang baik, serta tingkat ketelitian yang kurang sesuai dikarenakan antena direalisasikan dengan cara *handmade*.

4.3 Pengukuran Parameter Luar

Pengukuran parameter luar meliputi pengukuran polaradiasi dan *gain*. Hasil pengukuran pola radiasi didapatkan dengan cara mengarahkan antenna realisasi terhadap antenna referensi, kemudian antenna realisasi diputar dengan jarak 10 derajat pada arah azimuth dan elevasi. Hasil perbandingan pola radiasi saat simulasi dan pengukuran terdapat pada Gambar 4.3 dan Gambar 4.4.



Gambar 4.3 Pola Radiasi Hasil Simulasi dan Pengukuran Frekuensi 2,45 GHz, (a) Azimuth (b) Elevasi

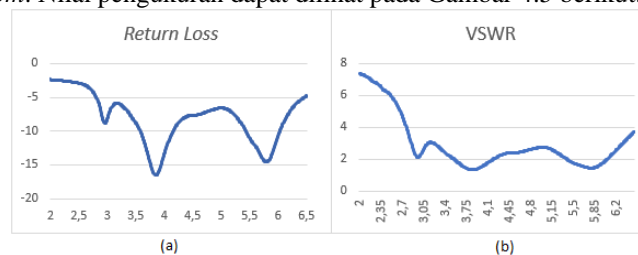


Gambar 4.4 Pola Radiasi Hasil Simulasi dan Pengukuran Frekuensi 5,85 GHz, (a) Azimuth (b) Elevasi

Dari pengukuran di atas dapat disimpulkan bahwa antenna memiliki polaradiasi *unidirectional*. Dari pengukuran polaradiasi, didapatkan nilai *gain* pada frekuensi 2,45 GHz sebesar 6,7409 dB dan pada frekuensi 5,85 sebesar 8,6459 dB.

4.4 Pengukuran Antena On Body

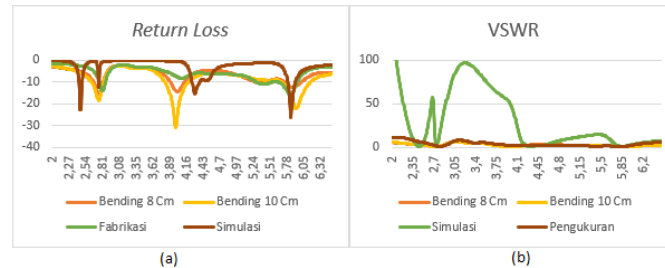
Pengukuran yang kedua adalah pengukuran antenna pada kondisi *On-Body* yaitu antenna diletakkan pada bagian tubuh manusia. Pada pengukuran kali ini antenna diletakkan di lengan dengan jarak 5 cm. Jarak tersebut dipilih karena memiliki nilai parameter yang paling baik pada saat simulasi menggunakan *phantom*. Nilai pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.5 berikut.



Gambar 4.5 Pengukuran *On Body*, (a) Return Loss (b) VSWR

4.5 Uji Fleksibilitas Antena

Pengukuran yang ketiga adalah dengan menguji fleksibilitas antenna. Untuk mengetahui fleksibilitas antenna, maka dilakukan pengukuran dengan keadaan antenna dililitkan pada tabung berdiameter 8 cm dan 10 cm. Pemilihan tabung yang digunakan berdasarkan rata-rata besar lengan manusia. Pengukuran ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan antenna pada saat kondisi ditekuk. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 4.6 berikut.



Gambar 4.6 Hasil Perbandingan Uji Fleksibilitas, (a) *Return Loss* (b) *VSWR*

Hasil pengukuran di atas menunjukkan adanya pergeseran nilai return loss dan VSWR. Pergeseran disebabkan oleh bending yang terjadi pada saat antena mengalami pembengkokan. Hasil di atas menunjukkan antena masih dapat bekerja dengan baik pada saat ditekuk. Antena dapat ditekuk pada tabung 8 cm dan 10 cm dengan nilai return loss di bawah -10 dB dan nilai VSWR <2.

5. Kesimpulan

Setelah melewati perhitungan, perancangan, simulasi, optimasi, dan realisasi antena pada Tugas Akhir yang berjudul “Antena Tekstil Dual Band Frekuensi 2,45 GHz dan 5,85 GHz Untuk Aplikasi Telemedis” memiliki kesimpulan sebagai berikut.

1. Antena yang dirancang pada saat simulasi menggunakan Software Ansoft HFSS telah memenuhi spesifikasi yaitu memiliki nilai frekuensi 2,45 GHz dan 5,85 GHz. Pada frekuensi 2,45 GHz memiliki nilai VSWR sebesar 1,1629, *return loss* sebesar -22,4638 dan *bandwidth* 50 MHz. Pada frekuensi 5,85 GHz memiliki nilai VSWR sebesar 1,1020, *return loss* sebesar -26,2804 dan *bandwidth* 120 MHz.
2. Hasil simulasi menunjukkan nilai *gain* pada frekuensi 2,45 sebesar 7,5591 dan pada frekuensi 5,85 memiliki *gain* sebesar 7,3481 dB. Pola radiasi yang dihasilkan yaitu *unidirectional*.
3. Antena dapat bekerja dengan baik pada saat diletakkan pada lengan manusia dengan nilai SAR di bawah 1,6 W/kg.
4. Antena dapat bekerja dengan baik pada saat dilakukan uji fleksibilitas. Nilai parameter antena masih baik pada saat dibengkokkan pada tabung dengan diameter 8 cm, 10 cm, dan 12 cm. Semakin kecil diameter, maka nilai VSWR semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yan, S., Soh, P. J., Vandenbosch, G. A. E., “Low-Profile Dual-Band Textile Antenna With Artificial Magnetic Conductor Plane,” 2014.
- [2] S Imelda, 2014, Perancangan dan Realisasi Antena Tekstil 2,45 GHz Untuk Komunikasi Antar Pasukan Pemadam Kebakaran, Laporan Tugas Akhir Teknik Telekomunikasi Universitas Telkom Bandung.
- [3] Balanis, Constantine A. 2005. *Antenna Theory: Analysis and Design*, Third Edition, New Jersey : A John Wiley & Sons, Inc., Publication.
- [4] Nur, Levy Olivia., Achmad, Munir., Sugihartono., Kurniawan, Adit., “Theoretical Anlysis of Resonant Frequency for AMC -based Absorber Composed of Square Patch Array” *International Kournal on Electrical and Informatics* Volume 7, Number 2, June 2015
- [5] S Nopian Teguh, 2018, Antena Mikrostrip Bahan Tekstil Frekuensi 2,45 GHz Untuk Aplikasi Telemedis, Laporan Tugas Akhir Teknik Telekomunikasi Universitas Telkom Bandung.
- [6] Laboratorium Antena & Wireless Communication, “Teknik Antena dan Propagasi,” pp. 17-29, 2018.
- [7] Jennifer E. Carpenter, RRA, Issue: Managing Multimedia Medical Records: A Health Information Manager's Role, *Jurnal of AHIMA - HIM practice associate*, Februari 1998.
- [8] Coleman, D. D., & Westcott, D. A. (2015). *CWNA Certified Wireless Network Administrator Official Deluxe Study Guide: Exam CWNA-106*. John Wiley & Sons.