

Antena Mikrostrip Tekstil Persegi *Wearable* 5,8 GHz Untuk Telemedis

1st Faatihah Dhea Shivany
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

faatihahdheashivany@telkomuniversity.ac.id

2nd Heroe Wijanto
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

heroe@telkomuniversity.ac.id

3rd Levy Olivia Nur
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

levyolivia@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Indonesia negara kepulauan terbesar didunia memiliki dua pertiga dari wilayahnya berupa lautan. Dengan jumlah daerah yang luas dan jumlah penduduk yang padat tersebar dipenjuru dari Sabang sampai Merauke[1]. Teknologi mengalami perkembangan sangat pesat sehingga mempengaruhi kehidupan manusia[2]. Telemedis merupakan pengaplikasian teknologi dibidang kesehatan. Telemedis digunakan untuk monitoring jarak jauh menggunakan komunikasi audio, visual, dan data yang melibatkan tenaga kesehatan dengan pasien untuk mendapatkan status kesehatan dari pasien, seperti mendeteksi tanda vital manusia[3]. Teknologi wireless bergerak di bidang kesehatan disebut Wireless Body Area Network (WBAN). WBAN terdiri dari beberapa unit sensor yang ditempelkan pada tubuh dan terhubung dengan jaringan luar[4]. Pengaplikasian telemedis diperlukan antena yang fleksibel dan ringan, dikarenakan tubuh manusia memiliki pengaruh signifikan terhadap karakteristik antena. Antena wearable digunakan karena antena bisa dikenakan, diletakkan, dan dimasukkan pada tubuh pasien[5]. Tugas akhir ini penulis mengembangkan penelitian tersebut menggunakan bentuk persegi berbahan jeans sebagai substrat dan copper tape sebagai konduktor serta menggunakan DGS. Melakukan pengujian fleksibilitas dengan cara melakukan pengukuran parameter saat antena dibengkokkan untuk membuktikan antena patch tekstil mempunyai sifat yang fleksibel serta melakukan pengujian jika antena dipasang dibeberapa bagian tubuh manusia. Dapat diaplikasikan untuk telemedis di Frequency Industrial, Scientific and Medical (ISM) 5,8 GHz.

Kata kunci—Telemedis, Antena Mikrostrip, Antena Wearable

I. PENDAHULUAN

Indonesia sebagai negara kepulauan terbesar didunia memiliki dua pertiga dari wilayahnya berupa lautan Indonesia. Dengan jumlah daerah yang sangat luas dan jumlah penduduk yang sangat padat tersebar diberbagai penjuru dari Sabang sampai Merauke[1]. Sehingga kebutuhan akan pemerataan kesehatan masih belum merata dan masih dicari untuk solusinya saat ini. Terbatasnya fasilitas kesehatan dan jumlah tenaga kesehatan di wilayah tertentu ini menjadi masalah yang sangat serius.

Teknologi mengalami perkembangan yang sangat pesat sehingga mempengaruhi aspek kehidupan manusia. Salah satunya perkembangan teknologi dibidang telemedis[2]. Telemedis merupakan pengaplikasian teknologi telekomunikasi dibidang kesehatan. Telemedis digunakan untuk monitoring secara jarak jauh dengan menggunakan komunikasi audio, visual, dan data yang melibatkan tenaga kesehatan dengan pasien guna untuk mendapatkan status kesehatan dari pasien, seperti mendeteksi tanda-tanda vital manusia[3]. Perkembangan teknologi wireless yang bergerak di bidang kesehatan/medis disebut Wireless Body Area Network (WBAN). WBAN terdiri dari beberapa unit sensor yang ditempelkan pada tubuh dan bisa terhubung dengan jaringan luar menggunakan salah satu rentang yang tersedia dalam teknologi wireless[4].

Dalam pengaplikasian telemedis diperlukan sebuah antena yang bersifat fleksibel dan ringan agar nyaman saat dipasangkan ditubuh pasien, dikarenakan tubuh manusia memiliki pengaruh

signifikan terhadap karakteristik antena yang akan dirancang. Antena *wearable* salah satu antena yang sangat cocok digunakan dikarenakan antena bisa dikenakan, diletakkan, dan dimasukkan kedalam tubuh pasien[5].

Pada tugas akhir ini penulis mengembangkan kembali penelitian tersebut menggunakan bentuk persegi berbahan kain jeans sebagai substrat dan *copper tape* sebagai konduktor serta menggunakan DGS. Serta melakukan pengujian fleksibilitas dengan cara melakukan pengukuran parameter antena saat antena dibengkokkan untuk membuktikan bahwa antena patch tekstil mempunyai sifat yang fleksibel serta melakukan pengujian jika antena dipasang dibeberapa bagian tubuh manusia. Dapat diaplikasikan untuk telemedis di *Frequency Industrial, Scientific and Medical (ISM) 5,8 GHz*.

II. KAJIAN TEORI

A. Telemedis

Telemedis merupakan layanan kesehatan yang dilakukan dari jarak jauh dengan menggunakan audio, visual, data yang melibatkan tenaga kesehatan dengan pasien untuk mendapatkan status kesehatan dari pasien. Sensor WBAN digunakan untuk pengukuran dalam telemedis secara umum. Jenis sensor WBAN dibedakan menjadi 4 berdasarkan letak sensor, yaitu sebagai berikut[3][6]:

1. *Electromyogram (EMG)*, digunakan untuk mendiagnosis kelainan pada otot dan saraf.
2. *Electroencephalogram (EEG)*, digunakan untuk mendeteksi adanya kelainan pada otak.
3. *Electrocardiogram (ECG)*, digunakan untuk melihat aktifitas pada jantung.
4. *Pulse Pressure*, digunakan untuk mendeteksi vital sign pada pasien.

B. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip berasal dari dua kata yaitu: *micro* (berarti kecil) dan *strip* (berarti bilah atau potongan). Antena mikrostrip dapat didefinisikan sebagai salah jenis antena yang mempunyai bentuk seperti bilah atau potongan yang mempunyai ukuran kecil. Antena mikrostrip merupakan antena yang memiliki masa ringan, mudah dipabrikasi. Antena mikrostrip juga sangat cocok digunakan untuk perangkat telekomunikasi yang memperhatikan bentuk dan ukuran. Pada antena mikrostrip terdiri dari 3 elemen penyusun, yaitu[7]:

1. *Conducting Patch* atau patch terletak dibagian paling atas dari lapisan substrat antena mikrostrip. Patch terbuat dari bahan konduktor. Lapisan ini akan dibentuk menjadi suatu bentuk antena tertentu seperti *square, rectangular, dipole, circular*, dan lainnya.

- Substrat terbuat dari bahan-bahan dielektrik. Substrat berfungsi sebagai penyalur gelombang elektromagnetik dari catuan ke bagian bawah patch. Digolongkan berdasarkan nilai konstanta dielektrik (ϵ) dan ketebalannya (h). Nilai konstanta dielektrik dan ketebalannya mempengaruhi frekuensi kerja bandwidth, dan juga frekuensi dari antena yang akan dibuat.
- Ground plane adalah lapisan paling bawah dari sebuah antena mikrostrip. Ground plane terbuat dari konduktor yang berfungsi untuk memantulkan sinyal-sinyal yang tidak diinginkan.

C. Antena Mikrostrip Patch Persegi

Dalam merancang antena mikrostrip yang memiliki patch berbentuk persegi diperlukan konstanta dielektrik dari substrat yang digunakan (ϵ) dan tebal dari bahan yang akan digunakan sebagai substrat (h). Untuk mengetahui nilai konstanta dielektrik efektif (ϵ_{reff}), lebar patch (W_p), dan panjang patch (L_p) dapat dirumuskan sebagai berikut[8]:

$$W_p = \frac{c}{2f_r} \sqrt{\frac{2}{\epsilon_r + 1}}$$

Menentukan panjang patch (L_p) diperlukan parameter ϵ_{reff} dan ΔL . ΔL merupakan pertambahan panjang dari L_p akibat adanya fringing effect.

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

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W_p}\right]^{-\frac{1}{2}}$$

Panjang patch antena (L_p) yang dapat dirumuskan dengan:

$$L_p = L_{\text{eff}} - 2\Delta L$$

Panjang patch efektif (L_{eff}) yang dapat dirumuskan dengan:

$$L_{\text{eff}} = \frac{c}{2f_0 \times \sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}}$$

Panjang ground plane dan substrat (L_g) yang dapat dirumuskan dengan:

$$L_g = 6h + L_p$$

Lebar ground plane dan substrat (W_g) yang dirumuskan dengan:

$$W_g = 6h + W_p$$

Rumus untuk menentukan lebar pencatutan menggunakan catuan mikrostrip feedline, sebagai berikut:

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_0\sqrt{\epsilon_r}}$$

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

Karakteristik mikrostrip feedline $W/h > 1$

$$\epsilon_{\text{reff}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left[1 + 12 \frac{h}{W}\right]^{-\frac{1}{2}}$$

Panjang feedline (L_f) yang dapat dinyatakan melalui persamaan sebagai berikut:

$$\lambda_g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}} = \frac{c}{f_r \sqrt{\epsilon_{\text{reff}}}}$$

D. Phantom

Phantom adalah pemodelan tubuh yang menjadi alternatif pengganti tissue model untuk simulasi antena body centric. Pemodelan phantom disesuaikan dengan kebutuhan yang diperlukan. Phantom ini sangatlah penting pada perancangan antena wearable body centric. Karena tubuh manusia memiliki pengaruh yang sangat signifikan terhadap karakteristik antena yang akan dirancang. Maksud dari phantom ini adalah bertujuan untuk mengganti model tubuh manusia pada saat antena disimulasikan. Pada simulasi antena, phantom tersebut dimodelkan dengan bentuk balok dimensi tertentu dan terdiri dari beberapa lapisan tubuh manusia[4].

TABEL 2.1
ELECTRICAL PROPERTIES SKIN, FAT, MUSCLE AND BONE[4]

Tissue	Nilai Permittivitas Relatif (ϵ_r)	Nilai Konduktivitas (S/m)
Skin	35,114	3,717
Fat	4,9549	0,29313
Muscle	48,485	4,9615
Bone	9,6744	1,1544

E. Specific Absorption Rate (SAR)

Specific Absorption Rate (SAR) merupakan ukuran tingkat energi yang diserap oleh tubuh saat terpapar frekuensi radio medan elektromagnetik. Didefinisikan juga sebagai daya yang diserap per massa dari jaringan dengan satuan watt per kilogram (w/kg). Berikut merupakan persamaan dari SAR, yaitu[9]:

$$SAR = \frac{\sigma|E|^2}{\rho}$$

Berdasarkan standar internasional ANSI/IEEE (Amerika) 1 g SAR yang diperbolehkan sebesar 1,6 w/kg . 1 g SAR merupakan massa jaringan yang diambil untuk tes uji pada tubuh. 1,6 w/kg SAR serta dengan 1,6 mW/g sehingga 1 kg massa tubuh, penyerapan elektromagnetik yang diperbolehkan yaitu sebesar 1 w.

F. Wireless Body Area Network (WBAN)

Wireless Body Area Network (WBAN) adalah sebuah perkembangan dari teknologi wireless yang umumnya bergerak pada bidang kesehatan/medis. WBAN terdiri dari beberapa unit sensor yang ditempatkan pada tubuh. WBAN bisa terhubung dengan jaringan luar dengan menggunakan salah satu rentang yang tersedia dalam teknolgi wireless. Teknologi WBAN sudah banyak diaplikasikan dalam berbagai keperluan, seperti wearable hardware, medical monitoring, dan pengolahan sinyal digital. WBAN dikembangkan untuk kebutuhan medis dengan tujuan agar monitoring pasien bisa dilakukan secara kontiyu. Teknologi WBAN pada tubuh manusia berdasarkan posisi device dikelompokkan menjadi 3 bagian, yaitu *off-body centric*, *on-body centric*, dan *in-body centric*[4].

G. Antena Tekstil

Antena tekstil menjadi bahasan yang menarik sejak perkembangan dari komunikasi wireless antena wearable karena memungkinkan antena dari bahan tekstil diintergrasikan pada pakaian. Umumnya, kebutuhan antena yang bisa dipakai untuk semua aplikasi modem sehingga membutuhkan bobot yang ringan, biaya rendah, hampir bebas perawatan, dan tidak ada instalasi. Selain itu, antena dapat dipakai untuk anak muda dan orang tua untuk tujuan pemantauan[10].

Tabel 2.2 Nilai Konstanta Dielektrik Jeans

Parameter	Nilai
Ketebalan	1 mm
Konstanta Dielektrik	1,7
Loss Tangent	0,025

III. METODE

A. Penentuan Spesifikasi

Penelitian tugas akhir ini dilakukan perancangan dan simulasi maka harus ditentukan spesifikasi. Antena mikrostrip dengan patch persegi untuk memudahkan proses perancangan. Spesifikasi yang terdapat pada perancangan antena dengan ketentuan sebagai berikut:

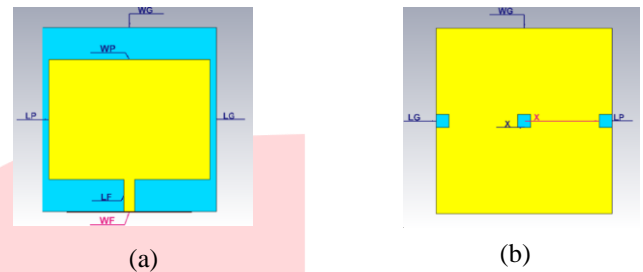
- Frekuensi kerja : 5,75 – 5,85 GHz
- Frekuensi tengah : 5,8 GHz
- Bandwidth total : 100 MHz
- Pola radiasi : Omnidireksional
- SAR : < 1,6 w/kg
- VSWR : ≤ 2

B. Perancangann Antena

TABEL 3.1
PARAMETER DIMENSI ANTENA

Parameter	Dimensi	Keterangan
W_p	25,00 mm	Lebar patch
L_p	18,54 mm	Panjang patch

W_s, W_g	27,00 mm	Lebar substrat, Lebar ground plane
L_s, L_g	28,50 mm	Panjang substrat, Panjang ground plane
t	0,10 mm	Ketebalan cooper
h	1,00 mm	Ketebalan substrat
W_f	1,70 mm	Lebar feed
L_f	12,00 mm	Panjang feed
x	1,00 mm	Panjang DGS, Lebar DGS



GAMBAR 3.1
DESAIN ANTENA (A) TAMPAK DEPAN DAN (B) TAMPAK BELAKANG

C. Hasil Simulasi

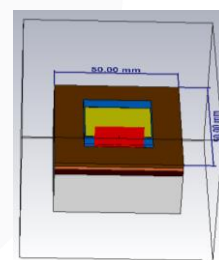
1. Hasil Simulasi Antena

Dari table perancangan antena, dilakukan simulasi dengan dimensi yang sudah dioptimasi, maka didapatkan hasil nilai parameter sebagai berikut:

Tabel 3.2 Hasil Dimensi Antena

No.	Parameter	Hasil Optimasi
1.	Return loss	-16,04 dB
2.	VSWR	1,37
3.	Gain	6,08 dBi
4.	Bandwidth	190 MHz

2. Hasil Simulasi Antena Kondisi On-Body



GAMBAR 3.2
SIMULASI ANTENA DENGAN PHANTOM PERGELANGAN TANGAN

Merupakan simulasi antena pada kondisi on-body phantom pergelangan tangan. Setelah melakukan simulasi antena dengan kondisi on-body dipantom pergelangan tangan, didapatkan hasil parameter antena yang dapat dilihat pada **Tabel 3.3**

TABEL 3.3
HASIL SIMULASI DENGAN PHANTOM PERGELANGAN TANGAN

Jarak (mm)	SAR (W/kg)	Bandwidth (MHz)	VSWR	Return Loss	Gain (dBi)	Pola radiasi
0	11,51	570	1,19	-21,17	3,39	Unidirectional
1	4,50	268	1,44	-14,77	5,42	Unidirectional
3	1,97	503	1,53	-13,48	6,48	Unidirectional
5	1,11	383	1,83	-10,59	6,46	Unidirectional
10	0,42	376	1,9	-10,14	6,33	Unidirectional
20	0,24	554	1,46	-14,43	5,94	Unidirectional

Tahap selanjutnya setelah dilakukan simulasi dengan dimensi antenna yang sudah dioptimasi dan mendapatkan hasil nilai parameter sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditentukan, maka dilakukan realisasi antenna dengan menggunakan bahan kain jeans.



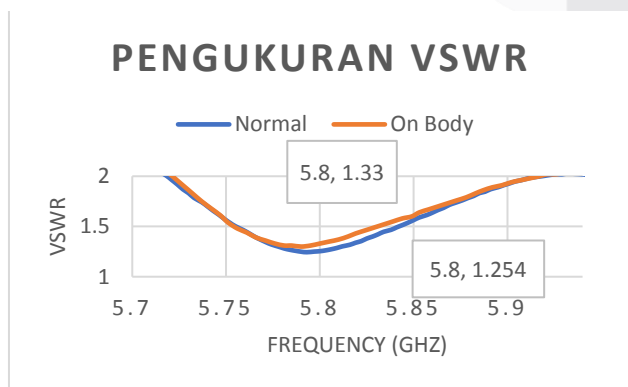
GAMBAR 3.3

HASIL PABRIKASI ANTENA (A) TAMPAK DEPAN DAN (B) TAMPAK BELAKANG

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengukuran Kondisi Biasa dan Kondisi On-Body VSWR dan Bandwidth

Pada penelitian tugas akhir ini dilakukan pengukuran menggunakan alat Network Analyzer. Pengukuran parameter ini dilakukan ketika antenna dalam kondisi biasa dan ketika antenna dalam kondisi on-body.



GAMBAR 4.1

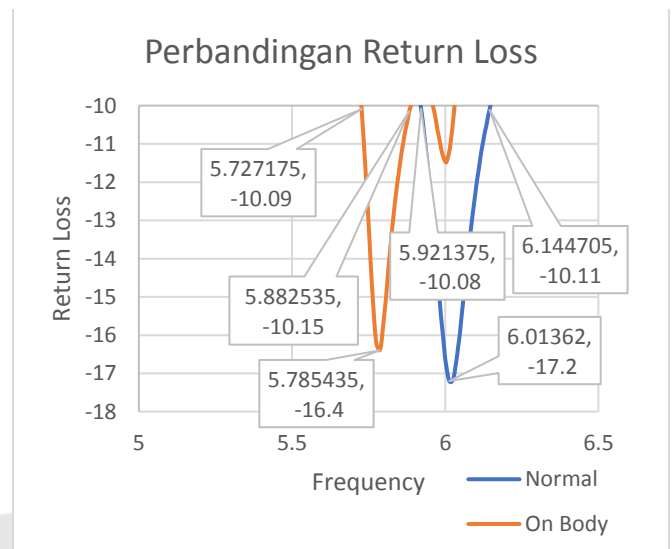
HASIL PERBANDINGAN VSWR PADA KONDISI BIASA DAN KONDISI ON-BODY

Berdasarkan grafik pada Gambar 4.1 dapat dilihat hasil pengukuran antenna kondisi biasa didapatkan nilai VSWR antenna sebesar 1,254 dan dapat bekerja dengan baik di rentang frekuensi 5,72 – 5,91 GHz sehingga mempunyai bandwidth sebesar 202 MHz. Hasil pengukuran antenna kondisi on-body didapatkan nilai VSWR antenna sebesar 1,33 dan dapat bekerja dengan baik di rentang frekuensi 5,72 – 5,91 GHz sehingga mempunyai bandwidth sebesar 195 MHz.

Dari hasil pengukuran tersebut antenna dapat digunakan karena sesuai dengan spesifikasi yang sudah ditetapkan yaitu $VSWR \leq 2$ dan $bandwidth \geq 100$ MHz. Maka dapat disimpulkan antenna mampu bekerja dengan baik pada kondisi biasa dan kondisi on-body.

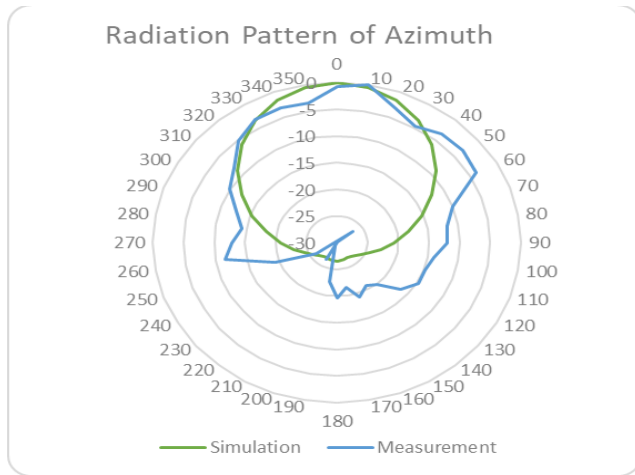
B. Hasil Pengukuran Kondisi Biasa dan Kondisi On-Body Return Loss

Pada grafik merupakan grafik Return Loss hasil pengukuran antenna dalam kondisi biasa dan kondisi on-body yaitu menggunakan pergelangan tangan. Pada kondisi biasa tanpa pergelangan tangan nilai dari VSWR -16.4 dB pada frekuensi tengah 5,8 GHz. Pada kondisi on-body menggunakan pergelangan tangan didapatkan nilai dari Return Loss -17.2 pada frekuensi 6.013.

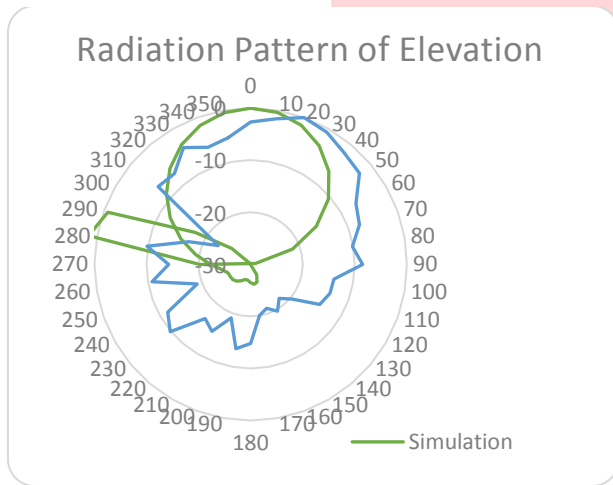


C. Hasil Pengukuran dan Simulasi Polaradiasi

Pada grafik Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 terlihat hasil simulasi pola radiasi bidang azimuth pada frekuensi kerja 5,8 GHz dengan daya maksimum pada sudut 290 derajat dan daya minimum terdapat pada sudut 0 derajat dan 180 derajat. Berdasarkan grafik jenis pola radiasi adalah omnidireksional. Untuk hasil pengukuran kondisi on-body jenis pola radiasi adalah unidireksional.



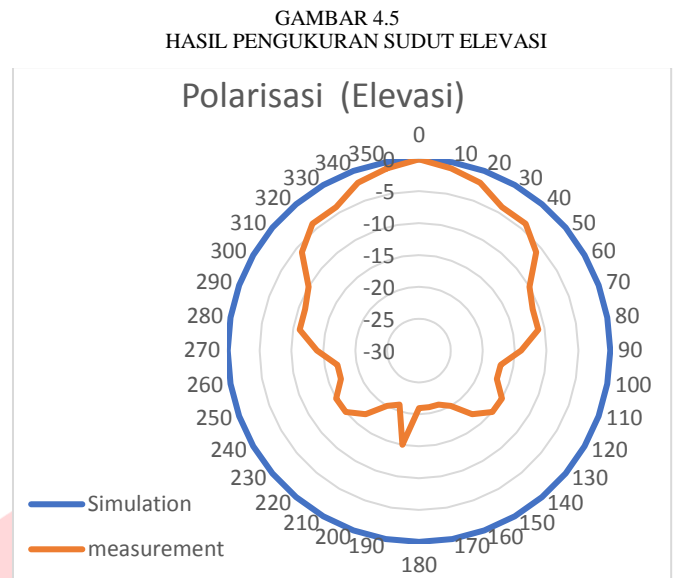
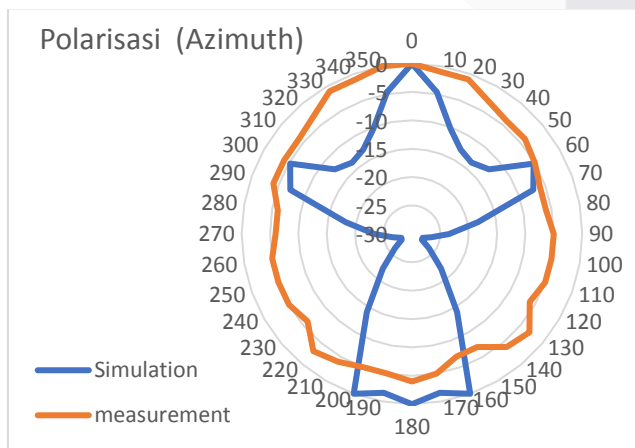
GAMBAR 4.3
HASIL PENGUKURAN SUDUT ELEVASI



GAMBAR 4.4
HASIL PENGUKURAN SUDUT ELEVASI

D. Hasil Pengukuran dan Simulasi Polarisasi

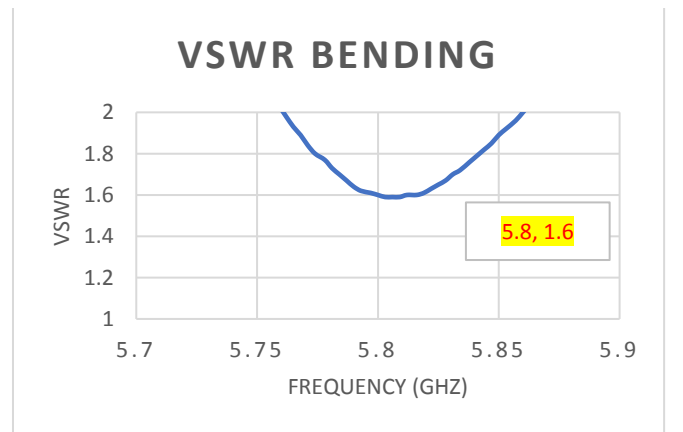
Grafik perbandingan antara polarisasi pengukuran dan polarisasi pada saat simulasi baik secara azimuth dan juga secara elevasi yang dilakukan dengan antenna tekstil. Terdapat perbedaan antara hasil simulasi dan pengukuran baik secara azimuth dan elevasi, hal itu dikarenakan adanya keterbatasan dalam pabrikasi dan melakukan pengukuran memiliki keterbatasan alat dan ruangan.



GAMBAR 4.5
HASIL PENGUKURAN SUDUT ELEVASI

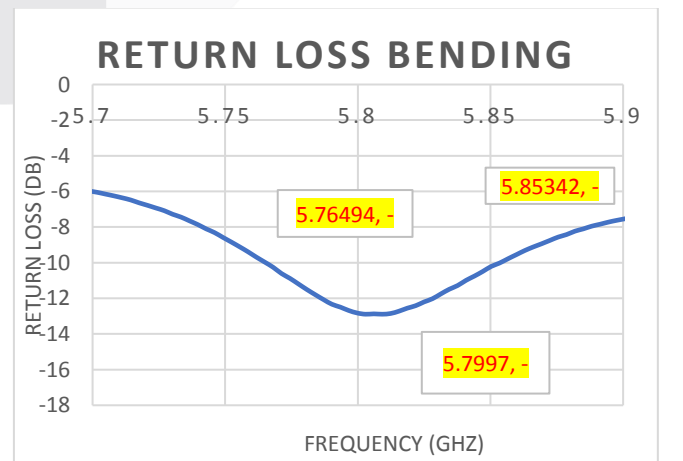
GAMBAR 4.6
HASIL PENGUKURAN SUDUT ELEVASI

E. Uji Fleksibilitas Antena Terhadap Nilai VSWR dan Return Loss



GAMBAR 4.4
HASIL PENGUKURAN VSWR BENDING

Pada grafik Gambar 4.4 merupakan VSWR dengan kondisi bending. Didapatkan nilai VSWR pada frekuensi 5,8 GHz yaitu 1,6 dan nilai bandwidth 101 MHz.



GAMBAR 4.5
HASIL PENGUKURAN RETURN LOSS BENDING

Pada grafik merupakan grafik return loss dengan kondisi bending. Didapatkan nilai return loss pada frekuensi 5,8 GHz yaitu -12,82 dB.

F. Rangkuman Hasil Parameter Antena

TABEL 4.1
HASIL RANGKUMAN PARAMETER ANTENA

Parameter Antena		VSWR	Bandwidth	Gain	Pola Radiasi
Spesifikasi Antena		≤ 2	≥ 50	≥ 3	Omnidireksional
Hasil Simulasi	Kondisi Biasa	1.37	190 MHz	6.08	Omnidireksional
	Kondisi On- Body	1.83	383 MHz	6.41	Unidireksional
Hasil Pengukuran	Kondisi Biasa	1.25	202 MHz	11	Omnidireksional
	Kondisi On- Body	1.33	195 MHz	-	-

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

1. Antena dapat bekerja dengan baik di frekuensi 5,8 GHz dalam kondisi biasa maupun kondisi on-body, hal tersebut dikarenakan antena memiliki hasil parameter yang sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan. Pada saat kondisi biasa didapatkan nilai VSWR 1,254 dengan gain sebesar 11 dBi dan pola radiasi omnidireksional serta bandwidth sebesar 202 MHz. Dari hasil simulasi setelah diberikan phantom jarak 5 mm dari pergelangan tangan terdapat pergeseran frekuensi kerja yaitu pada 5,72 GHz. Didapatkan nilai VSWR 1,33 dengan bandwidth 250 MHz, nilai gain 6,41 dBi, nilai pola radiasi unidireksional serta nilai SAR 1,114 w/kg.
2. Antena jika dipasang pada jarak 0 mm, 1 mm dan 3 mm dari pergelangan tangan tidak dapat bekerja dengan baik, dikarenakan nilai SAR melebihi batas maksimum 1,6 w/kg. Antena jika dipasang pada jarak 5 mm, 10 mm, dan 20 mm dari pergelangan tangan dapat bekerja dengan baik dan tidak berbahaya bagi tubuh manusia dikarenakan nilai SAR dibawah 1,6 w/kg.
3. Antena jika dipasang pada jarak 0 mm dan 1 mm dari lengan, paha, dan dada tidak dapat bekerja dengan baik, dikarenakan nilai SAR melebihi batas maksimum 1,6 w/kg. Antena jika dipasang pada jarak 3 mm, 5 mm, 10 mm, dan 20 mm lengan, paha, dan dada dapat bekerja dengan baik dan tidak berbahaya bagi tubuh manusia dikarenakan nilai SAR dibawah 1,6 w/kg.
4. Pada saat simulasi nilai gain antena on-body lebih besar dibandingkan dengan kondisi biasa, dikarenakan terdapat phantom yaitu otot, kulit, lemak, dan tulang yang memiliki sifat konduktif sehingga berperan sebagai konduktor,
5. Antena mikrostrip masih bisa bekerja dengan baik saat dibengkokkan menggunakan pipa yang berdiameter 5 cm karena memiliki hasil parameter yang sesuai dengan spesifikasi.
6. Nilai hasil simulasi dan pengukuran tidak berbeda jauh dan masih dianggap wajar mengingat proses pabrikasi antena dilakukan secara handmade serta kondisi ruangan pengukuran yang kurang ideal.
7. Secara keseluruhan hasil dari pengukuran antena mikrostrip sesuai dengan spesifikasi untuk aplikasi telemedis pada Frequency Industrial, Scientific and Medical (ISM) 5,8 GHz.

B. Saran

1. Mencoba menggunakan bahan substrat dan konduktor lainnya.
2. Mencoba mengganti bentuk dari patch antena untuk mengetahui hasil mana yang lebih baik.
3. Melakukan pengukuran nilai Specific Absorption Ratio (SAR) secara langsung agar dapat membandingkan hasil nilai SAR pada saat simulasi dan pengukuran.

REFERENSI

- [1] A. Soemarmi and A. Diamantina, "Konsep Negara Kepulauan Dalam Upaya Perlindungan Wilayah Pengelolaan Perikanan Indonesia," *Masal. Huk.*, vol. 48, no. 3, p. 241, 2019, doi: 10.14710/mmh.48.3.2019.241-248.
- [2] H. Eren and J. G. Wbster, *TELEHEALTH AND MOBILE HEALTH*. 2016.
- [3] E. Novian, L. O. Nur, and B. S. Nugroho, "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," 2020.
- [4] Y. Zahrah, H. Wijanto, B. S. Nugroho, F. T. Elektro, and U. Telkom, "PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA TEKSTIL BODY CENTRIC UNTUK KOMUNIKASI WBANs DESIGN AND REALIZATION OF BODY CENTRIC TEXTILE ANTENNA FOR WBANs," vol. 2, no. 1, pp. 313–322, 2015.
- [5] S. Ahmed, A. Mehmood, L. Sydanheimo, L. Ukkonen, and T. Bjorninen, "Glove-integrated textile antenna with reduced SAR for wearable UHF RFID reader," 2019 IEEE Int. Conf. RFID Technol. Appl. RFID-TA 2019, no. September, pp. 231–235, 2019, doi: 10.1109/RFID-TA.2019.8892251.
- [6] S. C. Survase and P. VDeshmukh, "Simulation and Design of Wearable Antenna for Telemedicine Application," *Int. J. Adv. Res. Electr. Electron. Instrum. Eng.*, vol. 2, no. 5, pp. 2278–8875, 2013, [Online]. Available: www.ijareeie.com.
- [7] D. H. Nursidik, I. H. Wijanto, A. Dwi, and P. St, "MIKROSTRIP PETAK REKTANGULAR UNTUK UAV QUADROPTER PITA ISM 2,45 GHz PLANAR ARRAY 2 × 2 RECTANGULAR PATCH MICROSTRIP ANTENNA FOR ISM BAND 2,45 GHz UAV QUADROPTER," pp. 1–10.
- [8] C. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*. 2012.
- [9] T. Kellomaki, W. G. Whittow, J. Heikkinen, and L. Kettunen, "2.4 GHz plaster antennas for health monitoring," no. May 2014, 2009.
- [10] Susilawati, T. Yunita, and L. N. Olivia, "ANTENA MIKROSTRIP BAHAN TEKSTIL PATCH SEGI EMPAT PADA FREKUENSI 5-6 GHz MICROSTRIP ANTENNA TEXTILE MATERIAL RECTANGULAR PATCH FREQUENCY OF 5-6 GHz Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom Jln. Telekomunikasi No. 1 Te," vol. 5, no. 3, pp. 4597–4604, 2018.