

## ANTENA MIKROSTRIP *RECTANGULAR* DENGAN SLOT *RECTANGULAR* 2,45 DAN 5,85 GHZ MENGGUNAKAN TEKSTIL *FLEECE* UNTUK TELEMEDIS

Fadilla Melania Rachmaputri<sup>1</sup>, Heroe Wijanto<sup>2</sup>, Edwar<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom  
Jl. Telekomunikasi No. 1, Kec. Dayeuhkolot, Bandung, Jawa Barat 40257  
(022) 7566456

E-mail: <sup>1</sup>[fadillaamelaniaa@gmail.com](mailto:fadillaamelaniaa@gmail.com), [heroe@telkomuniversity.ac.id](mailto:heroe@telkomuniversity.ac.id), [edwar@telkomuniversity.ac.id](mailto:edwar@telkomuniversity.ac.id)

### ABSTRACT

*Telemedicine is one of the technologies used for long-distance health services with wireless communication in the human body. This research is designing an antenna for telemedicine, namely a wearable antenna. The selection of textile materials used is a good choice for telemedicine because it has a relatively small size, can be bent, and comfortable to be used. This final project is designing a rectangular microstrip antenna with a dual-band rectangular slot in the ISM range of 2.45 and 5.85 GHz with a feed-line. The measurement results on the condition on the body for the frequency of 2.45 GHz are the gain value of 5.45 dB, VSWR of 1.4550, and the bandwidth of 180 MHz. For 5.85 GHz the gain value is 5.11 dB, VSWR is 1.5082, and the bandwidth is 260 MHz. The resulting radiation pattern is unidirectional.*

**Keywords:** *Telemedicine, Microstrip Antenna, Wearable Antenna, Dual Band*

### ABSTRAK

Telemedicine merupakan salah satu teknologi yang digunakan untuk pelayanan kesehatan jarak jauh dengan komunikasi nirkabel dalam tubuh manusia. Penelitian ini merancang sebuah antenna untuk telemedicine yaitu antenna wearable. Pemilihan bahan tekstil yang digunakan merupakan pilihan yang baik untuk telemedicine karena memiliki ukuran yang relatif kecil, dapat ditekuk, dan nyaman digunakan. Tugas akhir ini merancang antenna mikrostrip persegi panjang dengan slot persegi panjang dual-band pada rentang ISM 2,45 dan 5,85 GHz dengan feed-line. Hasil pengukuran pada kondisi body untuk frekuensi 2,45 GHz didapatkan nilai gain sebesar 5,45 dB, VSWR sebesar 1,4550, dan bandwidth sebesar 180 MHz. Untuk 5,85 GHz nilai gain 5,11 dB, VSWR 1,5082, dan bandwidth 260 MHz. Pola radiasi yang dihasilkan bersifat searah.

Kata Kunci : Telemedis, Antena Mikrostrip, Antena yang Dapat Dipakai, Pita Ganda.

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah penduduk terbanyak di dunia. Permasalahan yang sering terjadi ialah kurangnya pemerataan layanan kesehatan, sehingga mengakibatkan angka harapan hidup semakin rendah. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan terbatasnya tenaga kesehatan dan distribusi layanan yang tidak merata, terutama pada wilayah pedesaan (Goals 2010). Oleh karena itu, dibutuhkan suatu teknologi yang digunakan untuk mempermudah pelayanan kesehatan. Telemedis merupakan teknologi telekomunikasi interaktif dua arah yang memberikan layanan kesehatan kepada pasien jarak jauh dan memfasilitasi pertukaran informasi antara dokter dengan pasien. Dokter dapat dari jarak jauh memeriksa pasien dengan melihat dan menanyakan gejala melalui monitor, perangkat suara, dan mengumpulkan data fisiologis melalui telekomunikasi (Ghosh and Sahu 2016). Untuk mengakses informasi tersebut membutuhkan komunikasi audiovisual melalui koneksi bandwidth tinggi dan latensi rendah. Telemedis dapat digunakan untuk perawatan kesehatan medis, rehabilitasi, dan kardiologi (Afridi et al. 2013).

Penelitian ini merancang antenna *wearable dual band* pada frekuensi *dualband* 2,45 GHz dan 5,85 GHz menggunakan antenna mikrostrip *rectangular* dengan slot *rectangular* dan menggunakan pencatutan dengan *feed-line*. Frekuensi *dualband* ISM dipilih karena bebas lisensi dan memberikan efek pada dimensi *groundplane* yang lebih kecil sehingga antenna yang di fabrikasi tidak terlalu besar dan nyaman ketika digunakan pada tubuh manusia (Turitsyna and Webb 2005). Subtrat yang digunakan ialah tekstil *fleece* setebal 2,5 mm. Tekstil *fleece* terbuat dari bahan material yang ringan dan nyaman ketika digunakan pada tubuh. Antena ini akan dilakukan pengujian pada tubuh manusia, yaitu pada bagian lengan dan dilakukan uji fleksibilitas. Hasil dari pengukuran akan dibandingkan dengan hasil simulasi. Aspek yang dapat dianalisis dalam penelitian yaitu VSWR, *Bandwidth*, *Gain* dan Pola Radiasi.

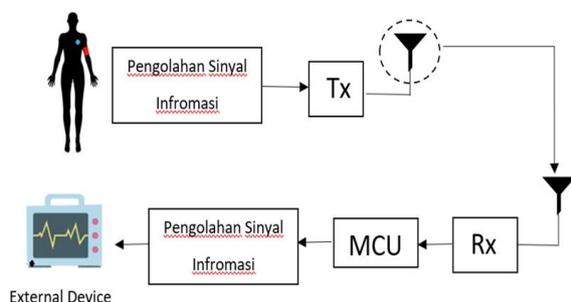
## 2. METODE

### 2.1 Desain Sistem

Komunikasi WBAN terdiri dari *On Body* dan *Off Body Centric*. *On Body Centric* merupakan suatu

perangkat yang ditempelkan atau dipasangkan kepada tubuh manusia dengan bertujuan untuk komunikasi dengan jaringan yang berada di atas tubuh (Kellomaki 2012). Pada blok diagram komunikasi ini yang merupakan *On Body Centric* ialah sensor *wireless*. Sedangkan, *Off Body Centric* ialah suatu perangkat yang ditempelkan pada tubuh manusia dengan bertujuan untuk komunikasi jarak jauh. Komunikasi jarak jauh yang dimaksud adalah berkomunikasi dengan perangkat yang tidak berada di bagian tubuh manusia.

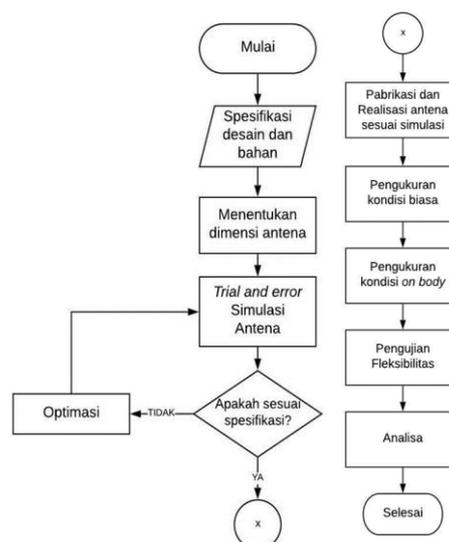
Pada penelitian ini hanya membuat antenna *transmitter* seperti dapat dilihat pada Gambar 1 yang dilingkari dan tidak diintegrasikan pada sistem. Hal tersebut terjadi karena jika ingin diintegrasikan ke pada sistem membutuhkan waktu yang lebih lama, dan pemahaman yang lebih luas mengenai IoT dibidang tersebut. Dapat dilihat pada Gambar 1 sensor ditempelkan pada tubuh manusia, dan akan mengirimkan data melalui antenna pemancar. Setelah itu, data diterima oleh suatu perangkat penerima dan akan terlihat pada monitor.



Gambar 1. Blok Diagram Komunikasi Telemedis

## 2.2 Diagram Alir

Ada beberapa langkah untuk merancang antenna. Pada langkah pertama, pemilihan spesifikasi antenna dan bahan yang digunakan serta menentukan metode apa yang akan digunakan dalam pembuatan antenna. Setelah itu, melakukan perhitungan menggunakan rumus dan dilanjutkan dengan simulasi. Jika hasil simulasi belum memenuhi spesifikasi, maka dilakukan optimasi. Setelah optimasi, maka hasil simulasi sudah memenuhi spesifikasi antenna, dan dilanjutkan dengan tahap fabrikasi. Setelah fabrikasi dilakukan pengukuran parameter antenna, meliputi VSWR, *Bandwidth*, Gain, dan Pola Radiasi. Tahap terakhir ialah menganalisa parameter seperti dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Diagram Alir

## 2.3 Spesifikasi Antena

Pada penelitian ini, perancangan dan simulasi antenna *dual-band* menggunakan frekuensi *Industrial Scientific and Medical* 2,45 GHz dan 5,85 GHz menggunakan tekstil *fleece* dengan spesifikasi acuan sebagai berikut (Riska, Nur, and Yunita 2020):

- Frekuensi kerja : 2,45 GHz dan 5,85 GHz
- Bandwidth total : > 50 MHz
- Pola radiasi : Unidirectional
- SAR : < 1,6 W/kg
- VSWR : ≤ 2
- Impedansi input : 50 Ohm
- Gain : > 3 dB

## 3. PEMBAHASAN

### 3.1 Rumus Perhitungan Dimensi Antena

Rumus untuk perancangan antenna mikrostrip berbentuk patch *rectangular*, sebagai berikut (Utami, Setaji, and Pebrianto 2017):

#### 1. Menentukan Lebar Patch (W)

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

#### 2. Menentukan Panjang Patch (L)

- Mencari konstanta dielektrik substrat

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

- Mencari panjang patch efektif

$$L_{eff} = \frac{c}{2f_0 \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (3)$$

- Mencari pertambahan panjang akibat adanya *fringing effect*

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264\right)}{(\epsilon_{reff} - 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8\right)} \quad (4)$$

Maka, rumus untuk menentukan panjang patch (L) ialah:

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (5)$$

### 3. Menentukan Dimensi Groundplane

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

$$L_p = 6h + L \quad (7)$$

4. Rumus desain yang digunakan untuk menghitung dimensi MSA Rektangular (Ali et al. 2011) dalam mencari  $W_s$  (Lebar patch slot) menggunakan persamaan rumus 1, sedangkan untuk mencari  $L_s$  (Panjang patch slot) menggunakan persamaan rumus 2 – 5 dengan nilai frekuensi = 5,85 GHz.

5. Untuk menentukan dimensi lebar ( $W_f$ ) dari catuan mikrostrip:

$$W_f = \frac{2xh}{\pi} x \left[ \frac{B-1 - \ln(2B-1) x \frac{\epsilon_r-1}{2\epsilon_r} x}{\left[ \ln(B-1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right]} \right] \quad (8)$$

$$B = \frac{60 x \pi^2}{Z_0 x \sqrt{\epsilon_r}} \quad (9)$$

### 6. Menentukan panjang mikrostrip line ( $L_f$ )

$$\lambda_g = \frac{c}{f x \sqrt{\epsilon_r}} \quad (10)$$

$$L_f = \frac{\lambda_g}{4} \quad (11)$$

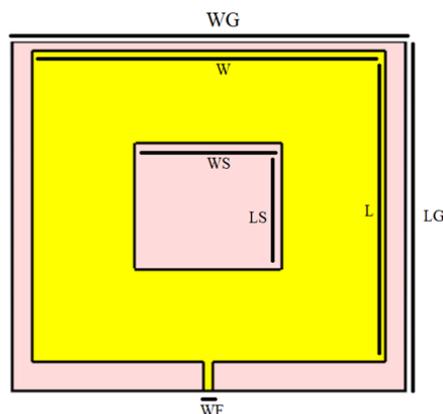
## 3.2 Simulasi Perhitungan Awal

Setelah melakukan perhitungan maka didapatkan parameter antenna yang akan digunakan sebagai berikut:

**Tabel 1. Dimensi Perhitungan Awal Antena**

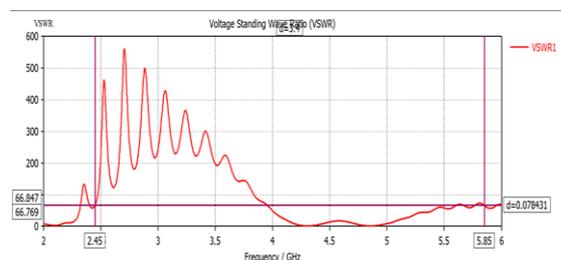
No	Nama	Simbol	Ukuran (mm)
1	Lebar Ground Plane dan Subtrat	WG	74,0773
2	Panjang Ground Plane dan Subtrat	LG	68,88
3	Lebar Patch	W	58,7773
4	Panjang Patch	L	53,58
5	Lebar Slot	WS	24,6161
6	Panjang Slot	LS	20,152
7	Lebar Feed	WF	1,7628
8	Panjang Feed	LF	28,3010

Dapat dilihat pada Gambar 3 merupakan desain awal hasil dari perhitungan berdasarkan rumus



**Gambar 3. Dimensi Awal Antena**

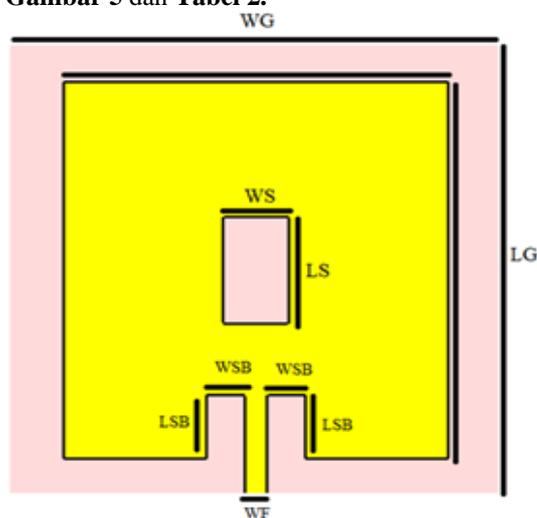
Saat simulasi menggunakan perhitungan awal, nilai parameter yang dihasilkan belum sesuai dan belum terlihat *dual-band* dapat dilihat pada Gambar 4. Maka dari itu, perlu optimasi kembali.



**Gambar 4. VSWR Simulasi Awal Antena**

## 3.3 Hasil Simulasi Akhir

Setelah dilakukan optimasi akhir, didapatkan ukuran dimensi antenna yang sesuai dengan spesifikasi awal yang telah ditentukan. Dapat dilihat pada Gambar 5 dan Tabel 2.



**Gambar 5. Dimensi Akhir Antena**

**Tabel 2. Dimensi Akhir Antena**

No	Nama	Simbol	Ukuran (mm)
1	Lebar Ground Plane dan Subtrat	WG	65
2	Panjang Ground Plane dan Subtrat	LG	64,5
3	Lebar Patch	W	50,5
4	Panjang Patch	L	53,5
5	Lebar Slot	WS	8,5
6	Panjang Slot	LS	15
7	Lebar Feed	WF	3
8	Panjang Feed	LF	14,5
9	Lebar Slot Bawah	WSB	5
10	Panjang Slot Bawah	LSB	9

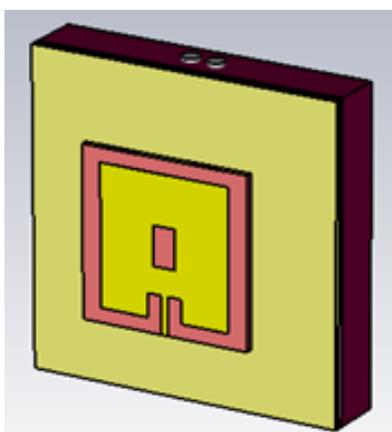
Hasil akhir optimasi menunjukkan bahwa nilai parameter sudah memenuhi spesifikasi dengan nilai parameter pada **Tabel 3.** sebagai berikut:

**Tabel 3. Hasil Parameter Akhir Antena**

No.	Parameter	Frekuensi	
		2.45 GHz	5.85 GHz
1.	VSWR	1,0446	1,1645
2.	Bandwidth	59,6 MHz	151,6 MHz
3.	Gain	5,69 dB	6,98 dB
4.	Pola Radiasi	Unidireksional	Unidireksional

### 3.4 Simulasi Phantom

Phantom merupakan pemodelan tubuh manusia yang dapat disimulasikan pada teknologi WBAN. Penyusun *phantom* pada lengan ialah kulit, lemak, otot, dan tulang (Hamouda et al. 2014). Simulasi antena dilakukan pada jarak 0,2,5 dan 10 mm. Antena dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6. Antena Dengan Phantom Lengan**

Hasil simulasi menunjukkan bahwa antena dapat bekerja dengan baik pada saat kondisi *on body* dengan *phantom* lengan dengan jarak 2 mm. Nilai SAR yang dihasilkan masih memenuhi syarat, yaitu

masih dibawah 1,6 W/kg. Sehingga dapat disimpulkan bahwa antena bisa digunakan pada tubuh manusia, yaitu lengan. Dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4. Hasil Parameter Antena Phantom**

Frekuensi	SAR	BW	VSWR	Gain
2,45 GHz	0,4357	63,9	1,1669	6,77
5,85 GHz	0,739	151,7	1,2378	7,21

### 3.5 Fabrikasi Antena

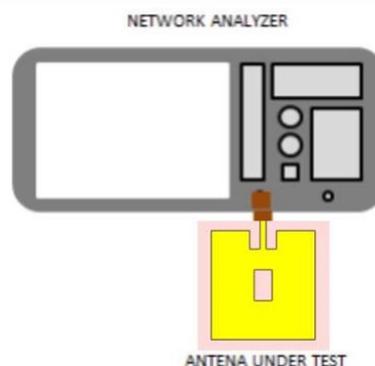
Fabrikasi antena dilakukan secara *handmade*. Pada bagian *groundplane* dan patch menggunakan *copper tape*, sedangkan pada bagian subtrat menggunakan tekstil *fleece*. Setelah antena direalisasikan, tahap selanjutnya ialah memasang atau solder port SMA *female* dengan teknik pencatutan *feed-line* untuk menyambungkan bagian *feed* dengan *groundplane*. Antena dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7. Hasil Pabrikasi**

### 3.6 Pengukuran VSWR dan Bandwidth

Pengukuran menggunakan alat *Network Analyzer*, dimana antena langsung disambungkan dengan *connector* alat tersebut. Antena disambungkan secara langsung tanpa kabel *coaxial* dengan bertujuan untuk mengurangi *ripple* yang terjadi. Dapat dilihat pada Gambar 8.



**Gambar 8. Pengukuran VSWR dan Bandwidth**

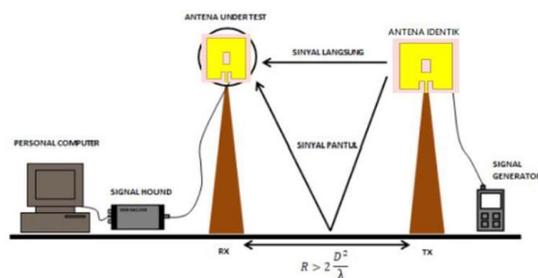
Hasil dari pengukuran dua kondisi menunjukkan nilai yang sudah sesuai dengan spesifikasi awal yaitu  $VSWR \leq 2$ . Untuk frekuensi 2,45 nilai VSWR yang dihasilkan pada kondisi biasa 1,2844 dengan *bandwidth* 180 MHz. Untuk *on body* VSWR yang dihasilkan 1,4550 dengan *bandwidth* 180 MHz. Untuk frekuensi 5,85 GHz nilai VSWR yang dihasilkan untuk kondisi biasa ialah 1,3614 dengan *bandwidth* 230 MHz. Untuk *on body* VSWR sebesar 1,5082 dengan *bandwidth* 260 MHz. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Gambar 9.



**Gambar 9. Perbandingan Pengukuran VSWR dan Bandwidth**

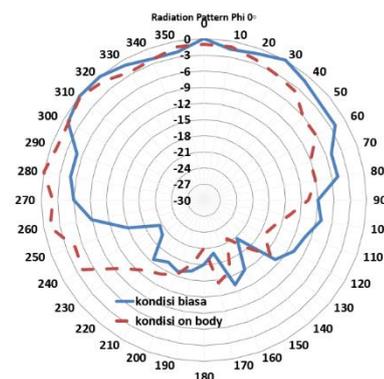
### 3.7 Pengukuran Pola Radiasi dan Gain

Pada penelitian tugas akhir ini dilakukan pengukuran parameter luar antenna, meliputi gain dan pola radiasi. Alat ukur yang digunakan ialah *Signal Hound* USB-SA124B. Penggunaan *Signal Hound* harus disambungkan dengan *software* yang sudah terhubung ke laptop yang nantinya digunakan untuk menampilkan hasil daya terima dari antenna tersebut. Selain membutuhkan alat ukur *Signal Hound*, pengukuran parameter luar ini membutuhkan alat ukur *Signal Generator*.



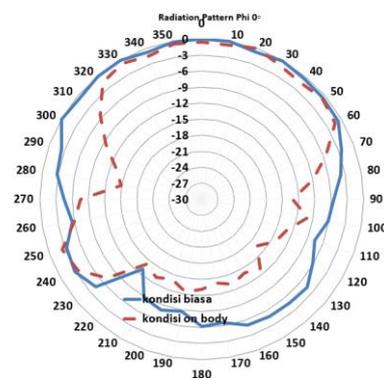
**Gambar 10. Pengukuran Pola Radiasi dan Gain**

Hasil pola radiasi terlihat bahwa untuk frekuensi 2,45 memiliki pola radiasi unidireksional. Pengaruh yang dihasilkan cukup sedikit karena antenna menggunakan *full groundplane*. Dapat dilihat pada Gambar 11.



**Gambar 11. Hasil Pola Radiasi 2,45 GHz**

Sedangkan untuk frekuensi 5,85 *backlobe* pada *on body* semakin kecil. Dapat disimpulkan bahwa antenna dapat bekerja dengan baik pada frekuensi *dual-band* untuk kondisi biasa maupun kondisi *on body*. Dapat dilihat pada Gambar 12.



**Gambar 12. Hasil Pola Radiasi 5,85 GHz**

Terjadi penurunan nilai gain pada saat kondisi *on body* karena posisi antenna yang sedikit di tekukkan menyesuaikan bentuk lengan manusia. Namun, hasil yang diperoleh masih sesuai dengan spesifikasi yaitu nilai gain antenna lebih besar dari 3 dB. Sehingga antenna masih dapat bekerja dengan baik. Dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5. Perbandingan Nilai Gain Pada Kondisi Biasa dan On Body**

Kondisi	Nilai Gain (dBi)	
	Frekuensi 2,45 GHz	Frekuensi 5,85 GHz
Kondisi biasa	6,01	5,45
On Body	5,45	5,11

### 3.8 Uji Fleksibilitas

Untuk membuktikan fleksibilitas antenna tersebut, maka pada penelitian ini dilakukan pengujian fleksibilitas antenna dengan membandingkan nilai dari beberapa parameter. Sampel yang digunakan untuk pengujian adalah benda dengan berbentuk tabung dengan diameter 7 dan 8 cm. Pemilihan ukuran diameter

tubuh berdasarkan rata-rata lengan manusia. Prosedur pengukuran sama dengan pengukuran VSWR, bandwidth dan gain. Perbedaan hanya ada pada antenna ditekukan menyesuaikan masing-masing tabung.



**Gambar 13. Perbandingan Uji Fleksibilitas VSWR dan Bandwidth**

Dengan melihat Gambar 13 dapat disimpulkan bahwa nilai VSWR semakin besar dan lebar bandwidth semakin sempit ketika antenna ditekukan pada tabung. Hal tersebut dapat terjadi karena permukaan tabung yang tidak rata. Namun, dilihat dari nilai VSWR dan bandwidth masih sesuai dengan spesifikasi awal yaitu  $VSWR < 2$  dan lebar bandwidth lebih dari 50 MHz.

**Tabel 6. Uji Fleksibilitas pada Gain**

Kondisi	Nilai Gain	
	Frekuensi 2,45 GHz	Frekuensi 5,85 GHz
Kondisi Biasa	6,01	5,45
On Body	5,45	5,11
Bending 7 cm	4,25	3,89
Bending 8 cm	5,34	4,94

Pada Tabel 6 menunjukkan bahwa nilai gain mengalami penurunan pada saat antenna ditekukan menggunakan tabung. Hal ini terjadi karena nilai gain berbanding lurus terhadap diameter tabung, semakin kecil diameter tabung maka nilai gain akan semakin kecil. Jika dilihat pada tabel tersebut nilai gain masih memenuhi spesifikasi yaitu nilai gain  $> 3\text{dB}$ . Sehingga antenna masih dapat bekerja dengan baik ketika ditekukan menggunakan tabung.

#### 4. KESIMPULAN

Setelah melakukan penelitian antenna mikrostrip dual band 2,45 GHz dan 5,85 GHz dengan slot rectangular menggunakan bahan tekstil fleece maka dapat diambil kesimpulan perbedaan hasil antara simulasi dengan pengukuran dianggap wajar, karena proses pembuatan antenna yang dibuat secara handmade dan pengukuran tidak dilakukan di tempat yang ideal. Secara keseluruhan hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa antenna dapat bekerja pada frekuensi Industrial, Scientific and Medical (ISM) yaitu pada rentang 2,45 GHz dan 5,85 GHz. Untuk penelitian selanjutnya bisa mencoba bahan tekstil

lainnya, mengubah bentuk patch serta mengubah bentuk slot untuk mengetahui hasil mana yang lebih baik.

#### PUSTAKA

- Afridi, Adeel, Sadiq Ullah, Shahbaz Khan, Aziz Ahmed, Akhtar Hussain Khalil, and Munir Ahmad Tarar. 2013. "Design of Dual Band Wearable Antenna Using Metamaterials." *Journal of Microwave Power and Electromagnetic Energy* 47 (2): 126–37. <https://doi.org/10.1080/08327823.2013.11689852>.
- Ali, M. T., N. Ramli, M. K.M. Salleh, and M. N.M. Tan. 2011. "A Design of Reconfigurable Rectangular Microstrip Slot Patch Antennas." *Proceedings - 2011 IEEE International Conference on System Engineering and Technology, ICSET 2011*, 111–15. <https://doi.org/10.1109/ICSEngT.2011.5993431>.
- Ghosh, D., and P. K. Sahu. 2016. "UWB in Healthcare." *Proceedings of the 2016 18th International Conference on Electromagnetics in Advanced Applications, ICEAA 2016*, 679–82. <https://doi.org/10.1109/ICEAA.2016.7731489>.
- Goals, Millennium Development. 2010. "P ENINGKATAN A KSES M ASYARAKAT TERHADAP K ESEHATAN," 1–7.
- Hamouda, H., P. Le Thuc, R. Staraj, and G. Kossivas. 2014. "Small Antenna Embedded in a Wrist-Watch for Application in Telemedicine." *8th European Conference on Antennas and Propagation, EuCAP 2014*, 876–79. <https://doi.org/10.1109/EuCAP.2014.6901902>.
- Kellomaki, Tiiti. 2012. *Effects of the Human Body on Single-Layer Wearable Antennas*.
- Riska, Fadhillah, Levy Olivia Nur, and Trasma Yunita. 2020. "Antena Wearable Dual Band Pada Frekuensi 2.4 GHz Dan 5.8 GHz Untuk Aplikasi Kesehatan Dengan Menggunakan Substrat Berbahan Tekstil."
- Turitsyna, E G, and S Webb. 2005. "Simple Design of FBG-Based VSB Filters for Ultra-Dense WDM Transmission ELECTRONICS LETTERS 20th January 2005." *Electronics Letters* 41 (2): 40–41. <https://doi.org/10.1049/el>.
- Utami, Eva Yovita Dwi, Franciscus Dalu Setaiji, and Daniel Pebrianto. 2017. "Rancang Bangun Antena Mikrostrip Persegi Panjang 2,4 GHz Untuk Aplikasi Wireless Fidelity (Wi-Fi)." *Jurnal Nasional Teknik Elektro* 6 (3): 196. <https://doi.org/10.25077/jnte.v6n3.406.2017>.