

## **PENGEMBANGAN ANTENA TEKSTIL MIKROSTRIP PADA FREKUENSI 5,8 GHZ DENGAN SUBSTRAT KAIN CORDURA D1682 BERLAPIS**

**Fajar Dwi Artikah<sup>1</sup>, Efri Sandi<sup>2</sup>, Vina Oktaviani<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Mahasiswa Prodi Pendidikan Teknik Elektronika, FT – UNJ

<sup>2,3</sup> Dosen Prodi Pendidikan Teknik Elektronika, FT – UNJ

E-mail : <sup>1</sup>[fajardwiartika@gmail.com](mailto:fajardwiartika@gmail.com), <sup>2</sup>[efri.sandi@unj.ac.id](mailto:efri.sandi@unj.ac.id), <sup>3</sup>[vinaoktaviani@unj.ac.id](mailto:vinaoktaviani@unj.ac.id)

*Abstrak Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan parameter antena tekstil dengan substrat kain cordura pada frekuensi 5,8 GHz dengan menambahkan metode inset feed dan slot. Antena ini dirancang menggunakan metode slot pada patch yang berbentuk rectangular yang bertujuan untuk meningkatkan performa bandwidth antena. Pada pencatunya menggunakan metode microstrip feed line dan dilakukan optimasi VSWR menggunakan metode inset feed. Penelitian ini menggunakan metode penelitian Research and Development (R&D). Pengujian terhadap antena tekstil mikrostrip dengan penambahan inset feed dan slot dilakukan dalam dua tahap yaitu saat simulasi dan setelah fabrikasi. Bagian substrat pada antena ini menggunakan bahan material fleksibel tekstil cordura setebal 0,55 mm yang di tumpuk menjadi 3 lapis dengan nilai konstanta dielektrik sebesar 1,9. Dari hasil simulasi on body diperoleh lebar bandwidth 377 MHz dengan nilai VSWR 1,307. Gain antena sebesar 7,15 dB dengan nilai SAR 0,022 W/Kg saat di tempelkan di bagian lengan. Sedangkan hasil pengukuran saat kondisi on body antena menghasilkan lebar bandwidth 154 MHz dengan VSWR 1,397.. Untuk pola radiasi hasil simulasi pada saat kondisi on body menghasilkan pola radiasi unidirectional.*

**Kata kunci : antena tekstil, antena mikrostrip, inset feed, slot**

**1. Pendahuluan**

Laju teknologi berkembang dengan pesat, salah satunya dalam bidang telekomunikasi. Telekomunikasi merupakan salah satu bidang yang memegang peranan penting pada saat ini. Dengan telekomunikasi orang bisa saling bertukar informasi satu dengan yang lain. Terlebih dalam hal mengirimkan data dengan efisien serta kecepatan yang tinggi sesuai standar yang telah ditetapkan. Dengan demikian standar teknologi komunikasi yang selalu mengalami peningkatan dan perubahan dalam hal penyediaan layanan data dituntut harus semakin baik.

Teknologi Komunikasi Jaringan saat ini sudah memasuki era Wireless alias Nirkabel atau tanpa kabel. Hal ini disebabkan oleh tuntutan kebutuhan komunikasi data manusia yang perlu mobilitas yang tinggi. Teknologi komunikasi nirkabel saat ini dapat dimanfaatkan untuk pemantauan terhadap parameter tertentu WBAN biasa diaplikasikan dengan tujuan untuk memudahkan tenaga medis memantau kesehatan pasien secara *real time*. Biasanya untuk mendapatkan data berupa temperatur tubuh, detak jantung, denyut nadi dan sinyal gelombang *Electro Cardio Gram* (ECG) bisa dilakukan dengan menggunakan perangkat *chip* sensor. Perangkat *chip* sensor ditempel atau tertanam pada tubuh pasien, dimana *chip* sensor tersebut akan mengirimkan data melalui antena pemancar kemudian ditangkap oleh suatu perangkat penerima. Antena yang dibutuhkan haruslah bersifat fleksibel, ringan dan nyaman dipakai adapun antenanya disebut dengan *antenna wearable*.

Pada penelitian sebelumnya antena tekstil *wearable* dapat diaplikasikan pada bidang kesehatan. Penggunaan bahan tekstil (kain) yang di gunakan beragam jenisnya seperti polyester, jeans, silk, katun dan cordura. Dan untuk konduktornya menggunakan aluminium foil tape dan copper tape.

Pada antena tekstil yang direalisasikan digunakan substrat berbahan kain, karena kain memiliki sifat lentur/fleksibel dan ringan, sehingga dapat diintegrasikan pada pakaian dan perlengkapan yang digunakan sehari-hari. Adapun kain yang digunakan yaitu cordura. Kain ini memiliki karakteristik yang sangat baik sehingga sangat cocok untuk di jadikan substrat antena tekstil,

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan *textile antenna* pada penelitian sebelumnya [Susilawati, 2018] dengan frekuensi 5-6 GHz untuk aplikasi telemedis menggunakan kain *jeans* sebagai substrat dan *copper tape* sebagai konduktor.

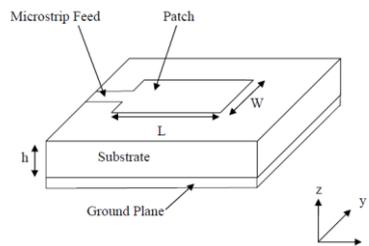
**2. Dasar Teori**

**2.1 Antena Tekstil Wearable**

Antena Tekstil *Wearable* merupakan antena yang khusus dirancang agar dapat diintegrasikan pada pakaian dan aksesoris yang digunakan sehari-hari. Banyak jenis substrat yang dapat digunakan untuk membuat *wearable antenna* ini, Antena tekstil *wearable* merupakan sebuah antena yang dirancang untuk diintegrasikan menempel pada pakaian maupun tubuh manusia, sehingga cocok untuk digunakan untuk aplikasi *body centric*

**2.2 Antena Mikrostrip Patch Rectangular**

Antena Mikrostrip rectangular adalah salah satu jenis antena mikrostrip yang paling mudah dan paling banyak digunakan dalam perancangan suatu antena, berbentuk papan tipis dan mampu bekerja pada frekuensi yang sangat tinggi. Bentuk dan ukurannya yang dapat dirancang seminimal mungkin, menyebabkan antena jenis ini sangat cocok digunakan pada aplikasi perangkat telekomunikasi masa kini, dikarenakan memiliki bentuk dan ukuran yang kecil. Sehingga bisa cocok untuk digunakan pada alat komunikasi bergerak atau *mobile*.



**Gambar 2.1 Antena mikrostrip patch rectangular**

Untuk mencari dimensi antena mikrostrip dapat dicari dengan persamaan rumus berikut :

$$W_p = \frac{c}{2 f_0 \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \tag{1}$$

$$\Delta L = 0,412h \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) \left(\frac{W}{h} + 0,264\right)}{(\epsilon_{reff} + 0,258) \left(\frac{W}{h} + 0,8\right)} \tag{2}$$

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left( \frac{1}{\sqrt{1 + 12 h/w}} \right) \tag{3}$$

Dengan panjang patch dengan persamaan :

$$L_p = L_{eff} - 2\Delta L \tag{4}$$

Ukuran ground plane sama dengan ukuran substrat yaitu :

$$W_g = 6h + W_p \tag{5}$$

$$L_g = 6h + L_p \tag{6}$$

Lebar catuan utama didapatkan dengan menggunakan persamaan :

$$B = \frac{377\pi}{2Z_0\sqrt{\epsilon_{reff}}} \tag{7}$$

Sehingga dapat dicari nilai Wf

$$Wf = \frac{2h}{\pi} (B-1 - \ln(2B-1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r}) \ln(B-1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \tag{8}$$

Menghitung Lf (panjang saluran) dapat menggunakan persamaan :

$$L_f = \frac{1}{4} \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{reff}}} \tag{9}$$

### 2.3 Teknik pencatuan Inset Feed

Teknik pencatuan inset feed dapat mempermudah penyesuaian impedansi antara feedline dan catuan antenna dengan mengontrol titik posisi inset feed ( $y_0$ ). Pencatuan ini memberikan potongan pada patch. Dimensi inset feed dapat dicari menggunakan persamaan berikut :

$$y_0 = \cos^{-1} \sqrt{\left(\frac{Z_0}{Z_a}\right) \left(\frac{L}{180}\right)} \tag{10}$$

Dimana :

$$Z_a = 90 \frac{\epsilon_r^2}{\epsilon_r} \left(\frac{L}{W}\right)^2 \Omega \tag{11}$$

### 2.4 Teknik penambahan slot

Frekuensi kerja antenna mikrostrip slot ditentukan oleh panjang slot yang diformulasikan pada persamaan

$$\frac{\lambda_a}{\lambda_0} = 1,194 - 0,24 \ln \epsilon_r - \frac{0,621 \epsilon_r^{0,835} \left(\frac{W}{\lambda_0}\right)^{0,48}}{1,344 + \frac{W}{h}} - 0,0617 \left[1,91 - \frac{\epsilon_r + 2}{\epsilon_r}\right] \ln \left(\frac{h}{\lambda_0}\right) \tag{12}$$

$$\frac{\Delta L}{h} = 0,412 \left[ \frac{(\epsilon_{reff} + 0,3) + \frac{W_p}{h} + 0,264}{(\epsilon_{reff} + 0,258) + \left(\frac{W_p}{h} + 0,8\right)} \right] \tag{13}$$

Sehingga nilai panjang slot diperoleh :

$$L_a = \frac{\lambda_a}{2} - \Delta L \tag{14}$$

Wa adalah lebar slot yang ditentukan menggunakan persamaan

$$W_a = \frac{c}{2f_r \sqrt{\epsilon_r + 1}} \tag{15}$$

### 2.5 Frekuensi Industrial, Scientific and Medical (ISM)

Frekuensi yang digunakan pada penelitian ini adalah *Industrial, Scientific and Medical* yang merupakan salah satu *unlicensed bands* yang disetujui oleh *federal* Communication Commission (FCC) pada tahun 1985 dan termasuk ke dalam daftar *unlicensed National Information* seperti yang ditampilkan dalam tabel 1 berikut [Ciampa, 2012]

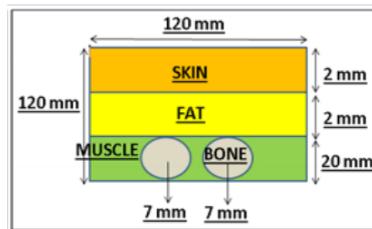
**Tabel 2.1 Pembagian frekuensi Industrial, Scientific and Medical (ISM)**

Unlicensed Band	Frekuensi	Total Bandwith
Industrial, Scientific and Medical (ISM)	902 – 928 MHz	234,5 MHz
	2,4 – 2,4835 GHz	
	5,735 – 5,85 GHz	

<i>Unlicensed National</i>	5,15 – 5,25 GHz	
<i>Informastion Infrasrusture (UNII)</i>	5,25 – 5,35 GHz	300 MHz
<i>Unlicensed Personal Communication Services</i>	1910 – 1930 MHz	30 MHz
<i>Milimeter Wave</i>	59 – 64 GHz	5 GHz

**2.6 Phantom**

*Phantom* dapat didefinisikan sebagai suatu bentuk pemodelan fisik tubuh manusia untuk mensimulasikan karakteristik jaringan biologis. Tujuan dari *phantom* adalah mengganti model tubuh manusia yang sebenarnya saat simulasi dan mengeksplorasi interaksi antara jaringan manusia dengan medan elektromagnetik. Berikut merupakan dimensi *phantom* bagian lengan.



**Gambar 2.2 Phantom pada bagian lengan**

**2.7 Copper Tape**

*Copper tape* / Tembaga dipilih karena merupakan logam yang fleksibel, namun mampu menghantarkan listrik dan panas dengan baik. Tembaga digunakan dalam pembangkit listrik, transmisi daya, distribusi daya, telekomunikasi, sirkuit elektronik, dan jenis peralatan listrik yang tak terhitung jumlahnya. Karena sifatnya yang merupakan konduktor yang baik, maka tembaga dapat dijadikan sebagai *patch* pada *wearable antenna*.

**3. Metodologi**

Metode penelitian yang digunakan adalah Metode *Research and Development* (R&D). Metode penelitian dan pengembangan yang digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji peromasi produk tersebut. Dalam penelitian ini terdapat 10 langkah yang dilakukan pada metode *Research and Development* (R&D). Namun pada penelitian ini hanya dilakukan 6 langkah yaitu 1)Potensi dan masalah bermula dari adanya potensi pada pengembangan dan realisasi antenna tekstil mikrostrip pada frekuensi 5,8 GHz 2) Pengumpulan data digunakan untuk mengumpulkan data dari berbagai referensi berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan agar hasil antenna yang didesain sesuai dengan yang diharapkan.3) Desain produk, berupa desain antenna yang di hitung dengan perhitungan secara matematis dan di desain menggunakan software CST Studio Suite 2016, 4) Validasi Desain, dilakukan dengan menguji perancangan design antenna dari hasil simulasi pada *software* CST Studio Suite 2016 yang dapat menunjukkan besar masing-masing parameter antenna sehingga dapat ditentukan apakah parameter hasil dari simulasi tersebut sesuai dengan parameter antenna yang diharapkan. 5) Revisi Desain, dilakukan iterasi antenna hingga mencapai hasil terbaiknya, 6) Uji Coba Produk dilakukan dengan fabrikasi antenna secara manual yang dilakukan oleh peneliti serta pengukuran parameter antenna hasil fabrikasi dengan menggunakan VNA.

Akan ada dua desain yang berbeda pada perancangan antenna, yaitu antenna tekstil substrat cordura dengan teknik inset feed dan slot dan antenna tekstil substrat jeans untuk penelitian relevan yang sudah ada.

**3.1 Spesifikasi Antena**

Dari perancangan desain produk tahapan yang diperlukan adalah menentukan spesifikasi antenna, spesifikasi material antenna dan perhitungan pendukung dari rancangan desain antenna.

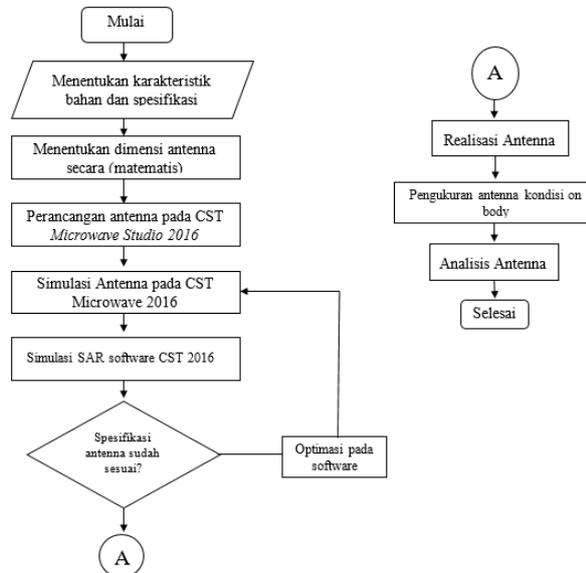
**Tabel 3.1 Spesifikasi Antena Frekuensi 5,8 GHz**

Parameter	Spesifikasi
Frekuensi Kerja	5.800 MHz
VSWR	≤ 2
Bandwith	±150 MHz
Pola Radiasi	Undirectional
Gain	≥ 3 dBi
Impedansi Input	50 Ω
Konektor	SMA 50 ohm

**Tabel 3.2 Spesifikasi material antenna**

	Substrat	Patch dan Graundplane
Jenis Material	Kain Cordura	Copper Tape
Konstanta Dielektrik	1.9	1
Loss tangent	0.0098	1
Ketebalan	1,65 mm	0,035 mm

**3.2 Flowchart Perancangan Antena Tekstil**



**Gambar 3.1 Alur kerja penelitian**

**4. Hasil dan Analisis**

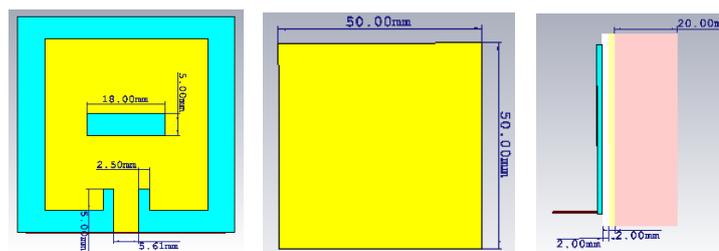
**4.1 Simulasi Antena Telstil**

Hasil desain antenna tekstil substrat cordura dengan teknik inset feed dan slot pada frekuensi 5,8 GHz yang telah di iterasi dengan dimensi sebagai berikut

**Tabel 4.1 Dimensi antenna hasil optimasi**

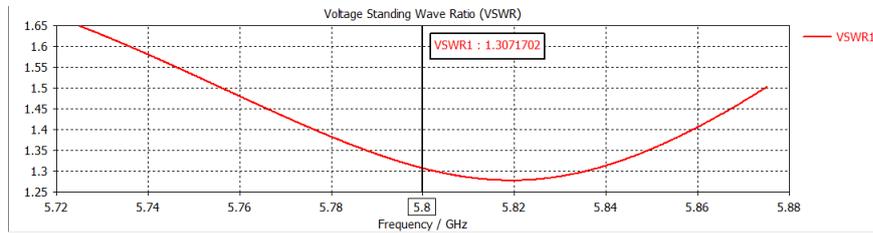
Dimensi Elemen	Ukuran (mm)
Lebar graudplane (Wg)	50
Panjang graudplane (Lg)	50
Lebar patch (Wp)	37,5
Panjang patch (Lp)	40
Lebar slot (Ws)	5
Panjang slot (Ls)	18
Lebar feed (Wf)	5,615
Panjang feed (Lf)	5

Berikut tampak depan, belakang dan samping hasil dari perancangan antenna tekstil substrat cordura dengan teknik inset feed dan slot yang di tempelkan pada phantom lengan. Yang dapat dilihat pada gambar berikut

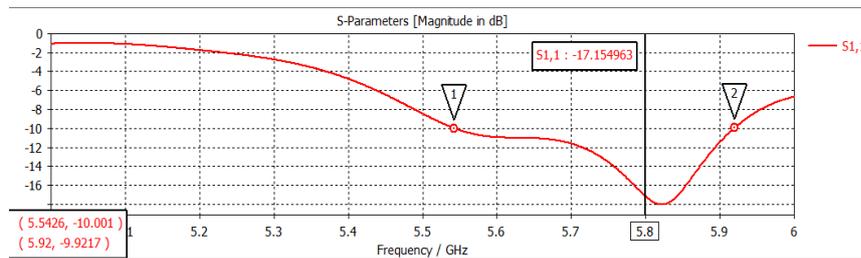


**Gambar 4.1 Bentuk antenna hasil optimasi tampak depan, belakang dan samping**

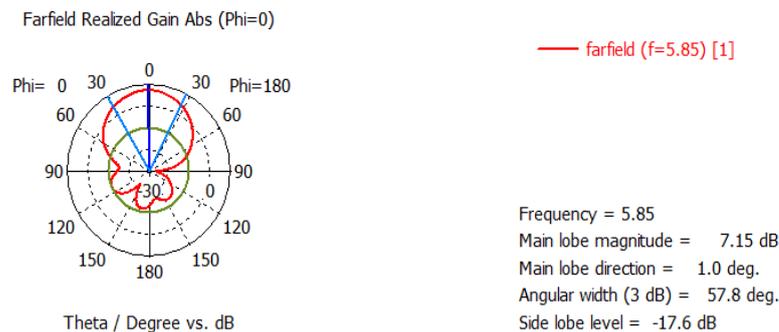
Berikut ini merupakan nilai karakteristik tiga jenis *wearable antenna* yang diperoleh setelah dilakukan tahap optimasi:



**Gambar 4.2 Grafik Hasil Simulasi VSWR pada frekuensi 5,8 GHz**



**Gambar 4.3 Grafik Hasil Simulasi Return Loss dan Bandwith pada frekuensi 5,8 GHz**



**Gambar 4.4 Grafik Hasil Simulasi Gain pada frekuensi 5,8 GHz**

Dari hasil simulasi yang ditunjukkan oleh Gambar 4.2, 4.3 dan 4.4 merupakan hasil optimasi yang menunjukkan karakteristik antenna dengan substrat cordura. Pada Gambar tersebut diperoleh nilai *return loss* sebesar -17,154 dB, *VSWR* sebesar 1,307, *bandwidth* sebesar 377,4 MHz dan nilai *gain* sebesar 7,15 dBi dengan pola radiasi *unidirectional*. Berdasarkan hasil simulasi yang didapat, desain antenna tersebut layak untuk direalisasi karena sudah mencapai spesifikasi yang diharapkan.

#### 4.2 Fabrikasi dan Pengukuran Antena Tekstil

Setelah dilakukan simulasi untuk mendapatkan hasil yang sesuai dengan spesifikasi yang ditentukan, maka tahap selanjutnya yaitu fabrikasi antenna. Berikut gambar hasil desain fabrikasi yang terlihat pada gambar 4.5



**Gambar 4.5 Hasil Fabrikasi Antena Tekstil Cordura**

Antena yang sudah difabrikasi akan diukur parameternya menggunakan alat ukur *Network Analyzer*. Parameter yang akan diukur adalah frekuensi kerja, *return loss*, *bandwidth* dan *VSWR*. Berikut adalah data hasil pengukuran antenna pada tabel 4.5 yang diukur saat antenna ditempelkan di bagian lengan.

**Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Return Loss, Bandwith dan VSWR**

Parameter Antena	Hasil Pengukuran
<i>Return Loss</i>	-14,58 dB
<i>Bandwith</i>	154 MHz
VSWR	1,397

#### 4.3 Hasil Analisis Antena

Untuk mempermudah menganalisis data, hasil simulasi antena mikrostrip segiempat tekstil jeans konvensional dari penelitian sebelumnya akan dibandingkan dengan hasil simulasi antena segiempat tekstil cordura dengan teknik inset feed dan slot yang disajikan dalam bentuk Tabel 4.3

**Tabel 4.3 Perbandingan hasil simulasi antena tekstil levis dengan antena tekstil cordura inset feed dan slot**

Parameter	Hasil Simulasi	
	Antena Konvensional Substrat Levis	Antena dengan Inset Feed dan Slot Substrat Cordura
Return loss	-	-17,154 dB
Bandwith	320 MHz	377 MHz
VSWR	1,6	1,307
Gain	7,2 dBi	7,15 dBi
SAR	1,15 W/kg	0,022 W/kg
Pola Radiasi	Unidirectional	Unidirectional

Berdasarkan tabel 4.3 terlihat bahwa hasil simulasi parameter *bandwith* untuk antena konvensional substrat levis bernilai 320 MHz sedangkan untuk antena dengan Inset Feed dan Slot Substrat Cordura bernilai 377 MHz , nilai *bandwith* mengalami kenaikan sebesar 57 MHz. Nilai VSWR untuk antena konvensional substrat levis bernilai 1,6 sedangkan untuk antena dengan Inset Feed dan Slot Substrat Cordura bernilai 1,307 , nilai VSWR mengalami penurunan sebesar 0,293. Nilai *gain* untuk antena konvensional substrat levis bernilai 7,2 dBi sedangkan untuk antena dengan Inset Feed dan Slot Substrat Cordura bernilai 7,15 dBi, nilai *gain* mengalami sedikit penurunan sebesar 0,05 dBi. Nilai SAR untuk antenna dengan slot dan inset feed substrat cordura menunjukkan hasil yang lebih baik sebesar 0,022 W/kg sedangkan hasil simulasi antenna konvensional dari penelitian sebelumnya bernilai 1,15 W/kg. Untuk hasil simulasi pola radiasi kedua antenna menunjukkan hasil yang sama yaitu pola radiasi unidirectional.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan dan realisasi, antena tekstil menggunakan substrat cordura dan copper tape sebagai konduktor dengan teknik inset feed dan slot dapat bekerja dengan baik di frekuensi 5,8 ghz. Dapat disimpulkan bahwa performa antena mengalami peningkatan yang signifikan dari antenna tekstil substrat jeans di penelitian sebelumnya. Antena tekstil 5,8 GHz berbahan cordura dengan teknik inset feed dan slot mampu memperbaiki / menaikkan nilai parameter sebelumnya. Sehingga pemakaian substrat cordura ditambah dengan teknik inset feed dan penambahan slot ini direkomendasikan.

### 5.2 Saran

Terdapat beberapa saran yang dapat diharapkan mempermudah penelitian selanjutnya, diantaranya sebagai berikut

1. Memperhatikan ketelitian dalam pemasangan dan pemilihan konektor
2. Dilakukan fabrikasi yang lebih baik lagi, sehingga mendapat nilai spesifikasi yang lebih baik lagi dari simulasi
3. Menggunakan perangkat seperti *laptop* atau PC yang mendukung dalam menjalankan *software CST Studio Suite 2016* agar tidak memakan waktu lama dalam simulasi terutama untuk antenna *wearable* yang memerlukan simulasi *phantom* bagian tubuh.
4. Untuk ketepatan pengukuran sebaiknya dilakukan di ruangan yang terbebas dari gangguan barang lain yang dapat mengganggu atau dapat menggunakan ruang khusus seperti *Anechoic chamber*.
5. Menggunakan model atau bentuk lain dari metode inset feed dan slot dengan pola radiasi yang lebih banyak memiliki daya mengarah kedepan.

### Daftar Pustaka :

Balanis, C. A. (2005). *Antenna Theory: Analysis and Design. Third Edition*. Canada: Wiley Interscience.

- David M.Pozar. (2011). *Microwave engineering*. -4th ed. United States of America : JohnWiley & Sons, Inc.
- Fadhillah, R. 2020, Perancangan dan Realisasi Antenna Wearable Dual Band pada Frekuensi 2,4 GHz dan 5,8 GHz untuk Aplikasi Kesehatan dengan Menggunakan Substrat Berbahan Tekstil, [Jurnal] Bandung: Fakultas Teknik, Telkom University
- Kellomaki, T., 2012. *Effects of The Human Body on Single Layer Wearable Antennas*
- Ramadani, C. (2019) Perancangan dan realisasi antena berbasis alumunium foil tape dan substrat tekstil pada frekuensi 900 – 1800 MHz, [Jurnal] Bandung: Fakultas Teknik, Telkom University
- Susilawati . (2018) Antena mikrostrip bahan tekstil patch segi empat pada frekuensi 5 -6 GHz *.Journal E-proceeding* Vol.5 No.3
- Sugiyono. (2006). *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta
- Surjati, I. (2010). *Antenna Mikrostrip: Konsep dan Aplikasinya*. Ed.1. Jakarta: Penerbit Universitas Trisakiti.