

PERANCANGAN DAN REALISASI ANTENA RFID PLANAR INVERTED-F ANTENNA (PIFA) UNTUK MONITORING KESEHATAN

DESIGN AND REALIZATION OF RFID PLANAR INVERTED-F ANTENNA (PIFA) FOR HEALTH MONITORING

Sarni Margareta¹, Bambang Setia Nugroho², Levi Olivia Nur³

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

¹sarnimargareta@student.telkomuniversity.ac.id,

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

Abstrak

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan teknologi yang menggunakan gelombang radio secara otomatis untuk mengidentifikasi orang dan benda dengan jarak yang dekat. Penggunaan dalam RFID sudah banyak dilakukan perancangan untuk sistem dalam rekam medis rumah sakit, sistem jalan tol, sistem presensi pegawai atau mahasiswa, sistem parkir, dan lain-lain. Ide dalam penelitian ini adalah menggunakan sistem RFID untuk mengambil informasi kesehatan pada pasien dan mengirimkannya ke reader. Informasi yang dikirim berupa denyut nadi yang diambil pada pasien lalu dikirimkan kepada tenaga medis.

Dalam penelitian ini telah dirancang sebuah antena RFID yang beroperasi pada frekuensi 923-925 MHz (Ultra High Frequency). Frekuensi tersebut digunakan karena sesuai dengan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Indonesia tentang pada peraturan Nomor 34 Tahun 2012 tentang persyaratan teknis alat dan perangkat Telekomunikasi jarak dekat. Bahan yang digunakan dalam merancang antena ini adalah FR-4 Epoxy. Hasil simulasi antena ini telah divalidasi dengan pengukuran dan dilakukan pula analisis pengaruh jarak antena dari tubuh terhadap nilai Specific Absorption Ratio (SAR).

Antena yang sudah direalisasikan pada tugas akhir ini adalah Planar Inverted-F Antenna (PIFA) dengan patch berbentuk slot-U dan menggunakan substrat FR-4 Epoxy yang memiliki konstanta $\epsilon_r = 4,4$ dan ketebalan $h = 1,6$ mm. Hasil simulasi menunjukkan bahwa antena telah dapat bekerja pada frekuensi 924 MHz pada VSWR 1,140, return loss -25,22, dan mempunyai nilai gain 4,203 dB. Berdasarkan hasil tersebut, antena ini dapat digunakan pada perangkat kesehatan mengatasi permasalahan pemerataan kesehatan.

Kata kunci : radio frequency identification, planar inverted-f antenna, ultra high frequency, spessific absorption ratio

Abstract

Radio Frequency Identification (RFID) is one of technology that uses radio waves to identify people and objects at close range. The use of RFID in many designs have been made for medical records systems in hospital, toll road systems, attendance systems for employees or students, parking systems, and others. The idea of this research is to utilize an RFID system to retrieve health patient's information and send it from their home to database in hospital. Their sends information's like a pulse or heartbeat to the medical personnel.

In this research, it has been designed an RFID antenna which operating frequency of 923 – 925 MHz (Ultra High Frequency). The frequency band is used because it is in accordance with the Regulation of Minister of Communication and Information Indonesia, in regulation No. 34 of 2012 about technical requirements of telecommunication short-range device. The material that used to design this antenna is FR-4 Epoxy. The simulation's result will be compared with the realization's result and analyze the effect of distance from the body with value of Specific Absorption Ratio (SAR).

The proposed antenna that in this final project is Planar Inverted-F Antenna (PIFA) that was realized with FR-4 Epoxy substrate which has a constant $\epsilon_r = 4,4$ and thickness of $h = 1,6$ mm. The simulation results show that the antenna can work at a frequency of 924 MHz at VSWR 1,140, return loss -25,22 and gain 4.203 dB. It is expected that the proposed antenna can be applied to wearable device.

Keywords: *radio frequency identification, planar inverted-f antenna, ultra high frequency, spessific absorption ratio*

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi terus mengalami perkembangan dan telah mempengaruhi sebagian aspek kehidupan manusia. Salah satu kemajuan teknologi Telekomunikasi yaitu di bidang kesehatan, untuk melakukan pelayanan kesehatan dari jarak jauh[1].

Pada saat ini, salah satu teknologi yang banyak dikembangkan untuk pelayanan kesehatan jarak jauh adalah *Radio Frequency Identification* (RFID). RFID merupakan pengembangan teknologi identifikasi berbasis gelombang radio dari objek, data ditransfer secara nirkabel ke sistem (*reader*) dari transponder jarak jauh (*tag*) yang mencakup antenna dan pemancar *microchip*. Cara kerja RFID dalam pelayanan kesehatan adalah pemantulan secara nirkabel terhadap subjek atau pasien dalam kondisi diam dan bergerak, pantulan tersebut berisikan informasi maupun data kesehatan dari subjek atau pasien tersebut [2], [3].

Pada jurnal penelitian telah dilakukan analisis dan perancangan antenna RFID menggunakan H-shaped slot. Dari hasil penelitian tersebut menghasilkan antenna RFID yang berbentuk planar tag dengan nilai *gain* -10 dB digunakan pada frekuensi (865.6-867.6 MHz) untuk aplikasi telemedis [4].

Pada jurnal penelitian telah dilakukan analisis dan perancangan antenna RFID menggunakan Tag Antena dengan menggunakan Cooper Strip sebagai konduktor. Dari hasil penelitian tersebut menghasilkan antenna RFID menggunakan chip Alien Higgs-3 dengan patch berbentuk persegi panjang yang memiliki nilai *gain* -13.0 dBi dengan frekuensi (865-868) MHz untuk pergelangan tangan pasien pada aplikasi telemedis [5].

Pada jurnal penelitian telah dilakukan analisis dan perancangan antenna RFID menggunakan Tag Antenna. Dari hasil penelitian tersebut dilakukan simulasi antenna dengan metode Planar Inverted-F Antenna (PIFA) pada frekuensi 900 MHz dan 2.4 GHz. Dihasilkan bahwa performa kinerja dua antenna tersebut memiliki perbedaan, dikarenakan perbedaan karakteristik tubuh saat diberikan pancaran dengan frekuensi yang berbeda [6].

Dari penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa aplikasi RFID bisa dikembangkan dengan berbagai jenis bentuk antenna. Namun PIFA mempunyai berbagai keunggulan dibandingkan antenna dengan H-shaped slot dan antenna patch persegi panjang, yaitu mempunyai bandwidth yang lebar dengan ukuran antenna yang lebih kecil [4]–[6].

Planar Inverted-F Antenna (PIFA) merupakan hasil transformasi antenna Inverted-F Antenna (IFA) dari horizontal elemen kawat ke struktur planar untuk mengkompensasi hilangnya ketidaksiuaian dan meningkatkan karakteristik radiasi. Planar Inverted-F Antenna (PIFA) disebut inverted-F karena sisi samping antenna menyerupai huruf F dengan patch menghadap ke bawah [7].

Melihat hal tersebut pada penelitian ini akan dibuat antenna RFID untuk aplikasi monitoring kesehatan menggunakan metode Planar Inverted-F Antenna (PIFA) dengan *gain* sebesar > 1dB dan polarisasi omnidirectional. Frekuensi yang digunakan adalah 923-925 MHz sesuai dengan Peraturan Menteri Komunikasi dan Informatika Indonesia tentang pada peraturan Nomor 34 Tahun 2012 tentang persyaratan teknis alat dan perangkat Telekomunikasi jarak dekat. Bahan yang digunakan adalah bahan FR-4 Epoxy. Diharapkan hasil penelitian ini mampu mengatasi permasalahan pemerataan kesehatan pada daerah yang belum memiliki sarana kesehatan yang memadai dan lebih nyaman digunakan pada pasien.

2. Dasar Teori

2.1 Antena Radio Frequency Identification (RFID)

Radio Frequency Identification (RFID) merupakan pengembangan teknologi identifikasi berbasis gelombang radio, penggunaan pada perangkat remote control dan objek telah menjadi sangat populer dibidang logistic, manajemen inventori dan aplikasi bioteknologi. Berbagai jenis data dapat ditransfer secara nirkabel ke sistem (*reader*) dari transponder jarak jauh (*tag*) yang mencakup antenna dan pemancar *microchip*[9].

2.2 Plannar Inverted-F Antenna (PIFA)

Planar Inverted-F Antenna (PIFA) merupakan Antena hasil dari transformasi Inverted-L Antenna (ILA) dan Inverted-F Antenna (IFA). Inverted-L Antenna (ILA) adalah antenna monopole $\lambda/4$ yang saat ditekuk sehingga memiliki 2 bagian, yaitu bagian horizontal dan vertical.

Planar Inverted-F Antenna (PIFA) merupakan antenna dimensinya lebih kecil diandingkan dengan antenna microstrip dengan dimensi $\lambda/2$, karena antenna PIFA hanya memiliki dimensi sebesar $\lambda/4$. Pada umumnya, *Planar Inverted-F Antenna* dibagi menjadi 4 lapisan, yaitu: *patch*, *substrate*, *ground plane*, *shorting pin*[12].

Berikut merupakan rumus untuk menentukan dimensi dari *patch* PIFA:

$$L1 + L2 - W = \frac{1}{4}\lambda \quad ,\text{dalam menentukan panjang antenna} \quad (1)$$

$$W = L2, \quad \text{maka} \quad L1 = \frac{1}{4}\lambda \quad (2)$$

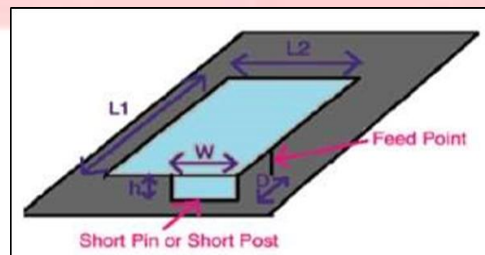
$$W \ll L2, \quad \text{maka} \quad L1 + L2 - W = \frac{1}{4}\lambda \quad (3)$$

$$L_G = 0,3 \lambda \quad ,\text{dalam menentukan panjang} \textit{ground plane} \quad (4)$$

$$W_G = 0,18 \lambda \quad ,\text{dalam menentukan lebar} \textit{ground plane} \quad (5)$$

$$H = 0,135 \lambda \quad ,\text{dalam menentukan tinggi} \textit{patch} \quad (6)$$

$$f_0 = \frac{c}{3W + 5,6L + 3,7h - 3Wf - 3,7Ws - 4,3Lb - 2,5Ls} \quad ,\text{dalam menentukan frekuensi resonan} \quad (7)$$



Gambar 2. 1 Struktur PIFA

Impedansi adalah salah satu sistem antenna yang penting karena dapat mempengaruhi kinerja antenna untuk perantara energi baik dari atau ke antenna. Impedansi pada antenna diperoleh dengan cara mengatur jarak antara *feeding point* dan *shorting pin*. Semakin dekat jarak *feed* dengan *shorting pin* maka impedansi akan menurun[13].

2.3 Specific Absorption Ratio (SAR)

SAR adalah 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 kilogram (W/kg). berikut merupakan persamaan dari SAR [14]:

$$SAR = \frac{\sigma|E|^2}{\rho} \quad (8)$$

3. Perancangan Sistem

3.1. Penentuan Spesifikasi Antena

Pada penelitian tugas akhir ini dilakukan simulasi dan realisasi antenna *Planar Inverted-F Antenna* (PIFA). Spesifikasi antenna yang dirancang pada tugas akhir adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Spesifikasi Antena

Parameter	Spesifikasi
Frekuensi Kerja	923 – 925 MHz
VSWR	< 1,5
Gain	≥ 1 dBi
Bandwidth	≥ 10 MHz
Return Loss	≤ -10 dB
Pola Radiasi	Uni-directional
Bahan / Material Antena	Epoxy FR-4

3.2. Penentuan Dimensi Antena

Berdasarkan persamaan diatas, maka perhitungan dimensi antenna sebagai berikut:

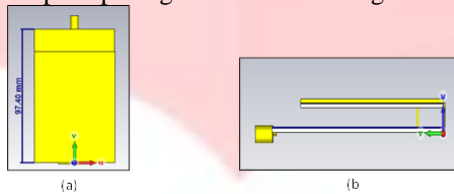
Tabel 3. 2 Perhitungan Dimensi PIFA

Parameter	Keterangan	Dimensi (mm)
Lg	Panjang <i>Groundplane</i>	97,40

Wg	Lebar <i>Groundplane</i>	58,44
Ls	Jarak <i>Short</i> dari Ujung <i>Patch</i>	28
Lb	Jarak antenna <i>Feed</i> dan <i>Short</i>	14,5
Ws	Lebar <i>Short</i>	1,2
Wf	Lebar <i>Feed</i>	23
H	Tinggi Antenna	10,31
L	Panjang <i>Patch</i>	81,16
W	Lebar <i>Patch</i>	58,44

3.3. Hasil Desain Antena (Simulasi)

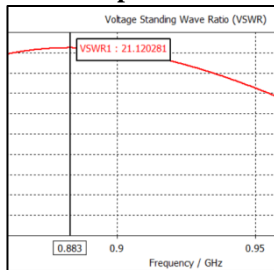
Setelah melakukan perhitungan dimensi berdasarkan rumus *Planar Inverted-F Antenna*, maka dibentuk simulasi antena pada perangkat lunak. Berikut gambar dari bentuk simulasi antena :



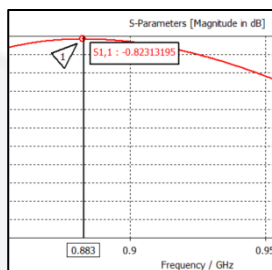
Gambar 3. 1 Bentuk Simulasi Antena Desain Awal (a) Tampak depan (b) Tampak samping

3.4. Hasil Simulasi Antena

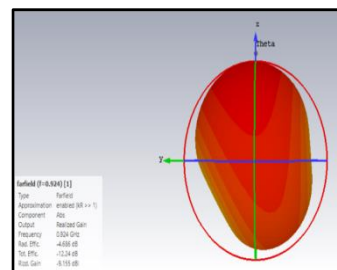
3.4.1. Tanpa Slot-U



Gambar 3. 2 VSWR

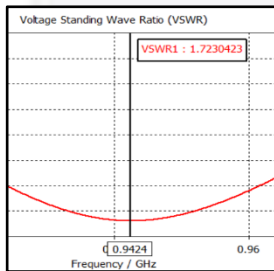


Gambar 3. 3 Return Loss

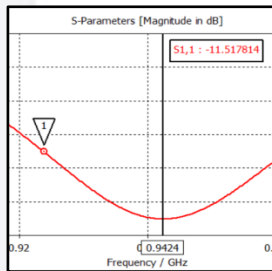


Gambar 3. 4 Gain

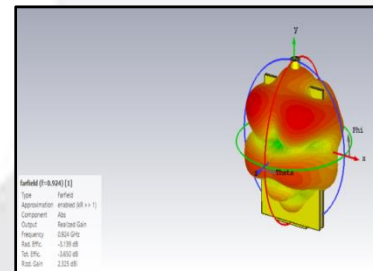
3.4.2. Penambahan 1 Slot-U



Gambar 3. 5 VSWR

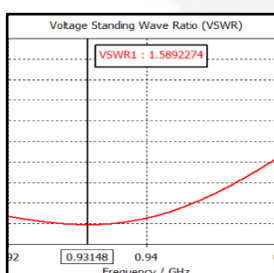


Gambar 3. 6 Return Loss

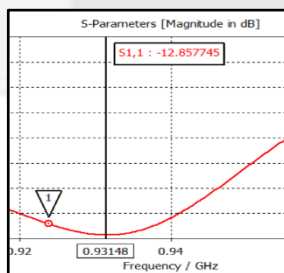


Gambar 3. 7 Gain

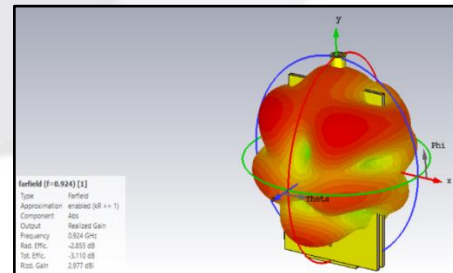
3.4.3. Penambahan 2 Slot-U



Gambar 3. 8 VSWR



Gambar 3. 9 Return Loss



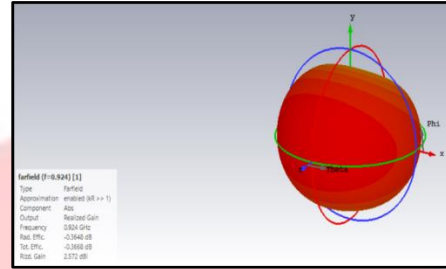
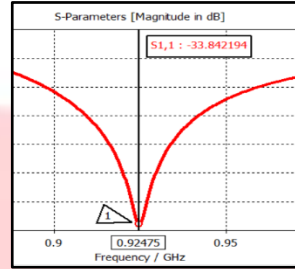
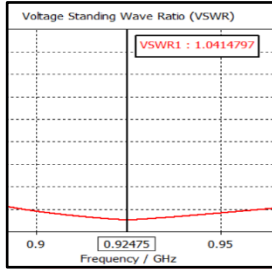
Gambar 3. 10 Gain

Gambar 3. 8 VSWR

Gambar 3. 9 Return Loss

Gambar 3. 10 Gain

3.4.4. Penambahan 3 Slot-U

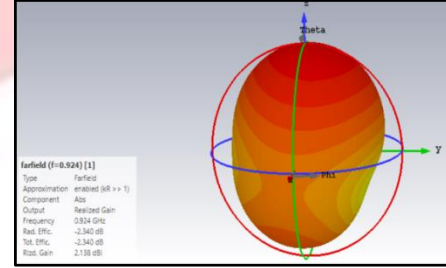
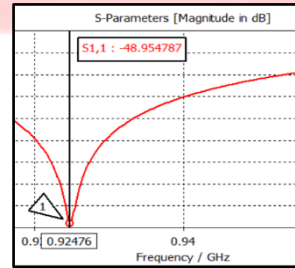
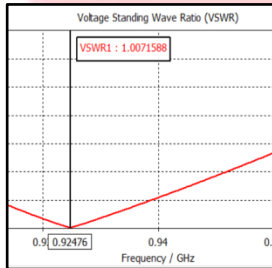


Gambar 3. 11 VSWR

Gambar 3. 12 Return Loss

Gambar 3. 13 Gain

3.4.5. Simulasi Antena dengan Phantom (pergelangan tangan)



Gambar 3. 14 VSWR

Gambar 3. 15 Return Loss

Gambar 3. 16 Gain

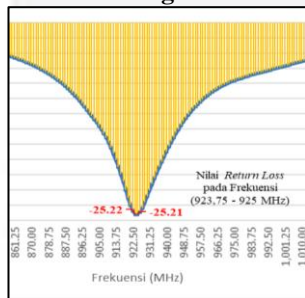
4. Pengukuran dan Analisis

4.1. Konfigurasi Pengukuran Antena

Pada penelitian tugas akhir ini dilakukan pengukuran parameter VSWR, *return loss*, dan *bandwidth*, yang dilakukan di jarak radiasi medan dekat menggunakan *Network Analyzer*. Sedangkan untuk mengukur parameter *gain* dan pola radiasi, menggunakan *Spectrum Analyzer* dengan persyaratan harus mengukur terlebih dahulu jarak radiasi medan jauh sebagai jarak minimal pengukuran antena.

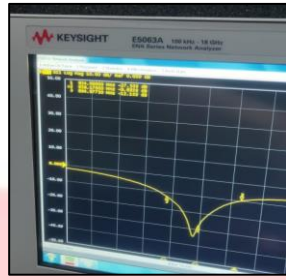
4.2. Pengukuran Return Loss

4.2.1. Hasil Pengukuran Return Loss saat Kondisi Biasa

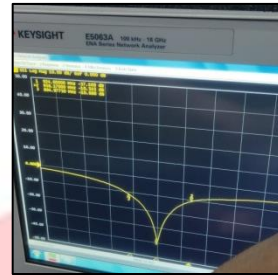


Gambar 4. 1 Return Loss

4.2.2. Hasil Pengukuran Return Loss saat On-body (Phantom)

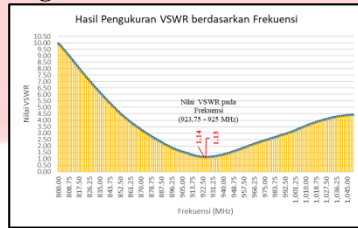


Gambar 4. 2 Return Loss pada jarak 10 cm



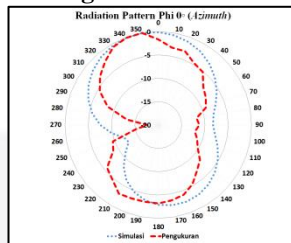
Gambar 4. 3 Return Loss pada jarak 20 cm

4.3. Hasil Pengukuran VSWR

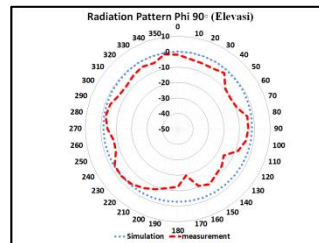


Gambar 4. 4 Pengukuran VSWR berdasarkan frekuensi

4.4. Hasil Pengukuran Polaradiasi



Gambar 4. 5 Berdasarkan Azimuth



Gambar 4. 6 Berdasarkan Elevasi

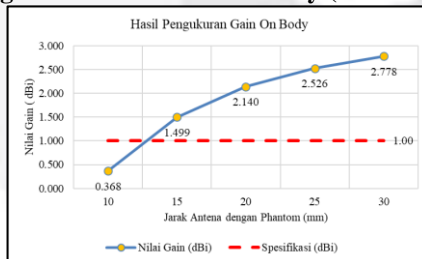
4.5. Hasil Pengukuran Gain

4.5.1. Hasil Pengukuran Gain saat Kondisi Biasa

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Gain saat Kondisi Biasa

Pengukuran Gain 0.924 GHz		
Sampel Pengukuran	Daya Terima (dBm)	Daya Terima (mW)
1	-33.75	0.000421697
2	-32.60	0.000549541
3	-32.45	0.000568853
4	-33.81	0.000415911
5	-33.90	0.000407380
6	-33.10	0.000489779
7	-32.87	0.000516416
8	-32.78	0.000527230
9	-32.20	0.000602560
10	-32.78	0.000527230
Rata-rata	-32.987	0.000502660

4.5.2. Hasil Pengukuran Gain saat On-body (Phantom)



Gambar 4. 6 Berdasarkan jarak antenna dengan phantom

4.6. Perbandingan Pengukuran dengan Spesifikasi

Parameter	Spesifikasi	Kinerja Antena
-----------	-------------	----------------

		Sebelum Optimasi	Setelah Optimasi	Pengukuran
Frekuensi	923 – 925 MHz	883 MHz	924 MHz	923-924 MHz
Bandwidth	> 10 MHz	15.94 MHz	45,15 MHz	54,07 MHz
VSWR	≤ 2	21,12	1,04	1,14
Return Loss	≤ -10 dB	-0,82 dB	-33,84 dB	-25,22 dB
Polaradiasi	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>	<i>Unidirectional</i>
Gain	≥ 1 dBi	-9,16 dBi	2,57 dBi	4,203 dBi

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan dalam tugas akhir yang berjudul “Perancangan dan Realisasi Antena RFID Planar Inverted-F Antenna (PIFA) untuk Monitoring Kesehatan” setelah melewati proses perhitungan, perancangan, simulasi dan realisasi antena PIFA dengan *patch* berbentuk slot-U pada frekuensi 923 – 925 MHz adalah sebagai berikut :

1. Antena telah dirancang dan direalisasikan sesuai spesifikasi yang sudah ditentukan. Antena bekerja pada frekuensi 923 - 925 MHz, mempunyai nilai VSWR 1,140, nilai bandwidth 45.15 MHz, nilai returnloss -25,22 dB, dan untuk nilai gainnya 4,203.
2. Pada saat simulasi antena diperlukan optimalisasi, hal ini bertujuan agar antena dapat mencapai target spesifikasi yang sudah ditentukan. Optimalisasi yang dilakukan yaitu dengan menambahkan *patch* dan Slot-U pada antena.
3. Hasil dari simulasi dan pengukuran tidak berbeda terlalu jauh, dikarenakan fabrikasi antena yang dilakukan secara manual sehingga kurang presisi.
4. Antena dapat bekerja pada *phantom* atau bagian tubuh yaitu pergelangan tangan. Antena juga memenuhi standar nilai SAR yaitu 1,6 W/kg pada jarak 27 mm.

5.2. Saran

Berikut beberapa saran yang direkomendasikan untuk penelitian selanjutnya agar dapat meningkatkan kinerja dari antena, antara lain:

1. Pengembangan antenna yang digunakan dengan metode ini ditingkatkan dengan penggunaan bahan lain yang memiliki nilai loss lebih kecil.
2. Rancangan antenna dicoba dengan bentuk slot yang lain agar dapat melihat perbedaan yang terjadi antara penelitian yang sudah dilakukan dan dengan penelitian yang lainnya.
3. Pengukuran antena bisa dilakukan di ruangan dengan kondisi ideal seperti *anechoic chamber*.

Daftar Pustaka:

- [1] H. Eren and J. G. Webster, *Telemedicine and Electronic Medicine*. CRC Perss., 2015.
- [2] C. J. Li, L. Liu, S. Z. Chen, C. C. Wu, C. H. Huang, and X. M. Chen, “Mobile healthcare service system using RFID,” in *Conference Proceeding - IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control*, 2004.
- [3] R. S. Sangwan, R. G. Qiu, and D. Jessen, “Using RFID tags for tracking patients, charts and medical equipment within an integrated health delivery network,” in *2005 IEEE Networking, Sensing and Control, ICNSC2005 - Proceedings*, 2005.
- [4] G. Marrocco, “RFID antennas for the UHF remote monitoring of human subjects,” *IEEE Trans. Antennas Propag.*, vol. 55, no. 6 II, pp. 1862–1870, 2007.
- [5] S. López-Soriano and J. Parrón, “Wearable RFID tag antenna for healthcare applications,” in *Proceedings of the 2015 IEEE-APS Topical Conference on Antennas and Propagation in Wireless Communications, IEEE APWC 2015*, 2015.
- [6] A. Casula, G. Montisci, G. Mazzarella, A. Michel, and P. Nepa, “A theoretical analysis to reduce the human body effect on wearable PIFAs performance,” *2016 URSI Int. Symp. Electromagn. Theory, EMTS 2016*, pp. 849–852, 2016.
- [7] A. Elouadih, A. Oulad-Said, and M. M. Hassani, “Design and Simulation of a PIFA Antenna for the Use in 4G Mobile Telecommunications Networks,” *Int. J. Commun. Netw.*

- Syst. Sci.*, 2013.
- [8] M. Kaffa, "Perancangan Dan Analis Antena Mikrostrip Untuk Aplikasi Wireless Capsule Endoscopy Pada WBAN," Bandung, 2007.
 - [9] L. Berrich and L. Zenkour, "Study of the PIFA Antenna for RFID Applications," in *RF Systems, Circuits and Components [Working Title]*, 2018.
 - [10] M. A. Yasin, W. A. M. Al-Ashwal, A. M. Shire, S. A. Hamzah, and K. N. Ramli, "Tri-band planar inverted F-antenna (PIFA) for GSM bands and bluetooth applications," *ARPJ. Eng. Appl. Sci.*, 2015.
 - [11] F. Firmansyah, "Rancang Bangun Desain Antena PIFA untuk Penangkapan Daya Elektromagnetik Pada Frekuensi GSM 900MHz dan DCS 1800MHz dengan Metode Electromagnetic Harvesting," Surabaya, 2010.
 - [12] P. Schilingovski, V. Vulfin, S. Sayfan-Altman, and R. Shavit, "Wearable antennas design for wireless communication," in *2017 IEEE International Conference on Microwaves, Antennas, Communications and Electronic Systems, COMCAS 2017*, 2017.
 - [13] C. A. Balanis, "Antenna Theory: Analysis and Designs," *Antenna Theory Anal. Des. Third Ed. by Constantine A. Balanis*, 2005.
 - [14] T. Kellomäki, W. G. Whittow, J. Heikkinen, and L. Kettunen, "2.4 GHz plaster antennas for health monitoring," in *European Conference on Antennas and Propagation, EuCAP 2009, Proceedings*, 2009.