

ANTENA WEARABLE PATCH SIRKULAR UNTUK MONITORING KESEHATAN

(*CIRCULAR PATCH WEARABLE ANTENNA FOR HEALTH*)

Dyah Almira¹, Bambang Setia Nugroho², Levi Olivia Nur³

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

¹dyahalmira@student.telkomuniversity.ac.id,

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

Abstrak

Telemedis adalah pengaplikasian telekomunikasi di bidang kesehatan. Salah satu penerapan telemedis adalah melalui antena sebagai pengirim sinyal yang digunakan untuk monitoring kesehatan. Bahan yang digunakan pada antena merupakan bahan fleksibel yang dapat digunakan oleh pasien sehingga tetap menjaga kenyamanan pasien.

Antena akan menggunakan frekuensi ISM (Industri, *Scientific* dan Medis), frekuensi radio yang digunakan untuk keperluan industri, ilmiah, serta medis alat-alat rumah tangga atau sejenisnya yang tidak termasuk penggunaan dalam bidang telekomunikasi. Antena akan menggunakan frekuensi. Bahan yang akan digunakan adalah Rogers 3003 yang memiliki sifat elastis dan ringan. Hasil simulasi yang telah dibuat dibandingkan dengan realisasi antena dengan menganalisis parameter antena dan nilai *Spessific Absorption Ratio* (SAR) yang berpengaruh terhadap jarak antena dari tubuh.

Antena yang dirancang pada tugas akhir ini adalah antena mikrostrip dengan patch sirkular yang bekerja pada frekuensi 5,8 GHz band ISM. Antena dirancang menggunakan bahan Rogers 3003 dengan konstanta $\epsilon_r = 3$ dan ketebalan 0,75 mm. Hasil simulasi antena bekerja pada frekuensi 5,8 GHz.

Kata kunci : Kata Kunci: Antena wearable, telemedis, patch sirkular

Abstract

Telemedicine is a telecommunications application in the health sector. One of the telemedicine applications is through an antenna as a signal transmitter which is used for health monitoring. The material used in the antenna is a flexible material that can be used by the patient so as to maintain patient comfort.

Antenna will use ISM (Industrial, Scientific and Medical) frequency, radio frequencies used for industrial, scientific and medical appliances that are not included in the telecommunications sector. The antenna will use Rogers 3003 at its material because it is elastic and light. The simulation results that have been made are compared with the antenna realization by analyzing the antenna parameters and the value of Specific Absorption Ratio (SAR) which affects the distance of the antenna from the body.

The antenna designed in this final project is a microstrip antenna with a circular patch that works at frequency 5.8 GHz in the ISM band. The antenna is designed using Rogers 3003 as its

material with ϵ_r constant 3 and the substrate's thickness 0,75 mm. The antenna simulation results work at frequency 5.8 GHz.

Keywords: *Wearable Antenna, telemedicine, circular patch.*

1. Pendahuluan

Teknologi adalah sarana untuk menyediakan barang-barang yang diperlukan bagi kelangsungan dan kenyamanan hidup manusia. Teknologi telah mempengaruhi masyarakat dan sekelilingnya dalam banyak cara, salah satunya pada bidang telemedis. Telemedis adalah pengaplikasian telekomunikasi di bidang kesehatan. Telemedis menjadi teknologi yang sedang berkembang karena meningkatnya kebutuhan remote monitoring tanda-tanda vital manusia dalam banyak aplikasi.

Sebagai dampak keberhasilan pembangunan kesehatan Indonesia salah satunya adalah meningkatnya angka harapan hidup di Indonesia sehingga populasi lansia juga meningkat. Berdasarkan data biro pusat statistik tahun 2014, Umur Harapan hidup (UHH) di Indonesia untuk wanita adalah 73 tahun dan untuk pria adalah 69 tahun. Menurut Bureau of the Cencus USA (1993), Indonesia pada tahun 1990-2025 akan mempunyai kenaikan jumlah lansia sebesar 414%. Lanjut usia merupakan bagian dari proses kehidupan yang tidak dapat dihindario dan akan dialami oleh setiap manusia. Pada tahap ini manusia mengalami banyak perubahan secara mental maupun fisik, dimana terjadi kemunduran dalam berbagai fungsi dan kemampuan yang pernah dimilikinya. Pasien lanjut usia mempunyai ciri-ciri; memiliki beberapa penyakit kronis/menurun, gejala penyakitnya tidak khas, fungsi organ yang menurun, tingkat kebandirian berkurang, sering disertai masalah nutrisi, karena alasan tersebut perawatan pasien lansia berbeda dengan pasien yang lain [1].

Dalam beberapa pengecekan kesehatan dibutuhkan informasi real-time yang membutuhkan koneksi yang stabil dan tidak terganggu dengan posisi atau gerakan pasien [2].

Pada penelitian [2] digunakan antenna berbahan tekstil dengan frekuensi 5.2 GHz yang dapat menghasilkan polarisasi vertikal dan horizontal dengan menggunakan satu titik feeding yang dapat mentransmisikan pada sistem dengan fleksibilitas tinggi dan trafik yang rendah. Dari penelitian tersebut dihasilkan koefisien refleksi sebesar -10 dB dengan *gain* 5.7 dBi baik pada ruang hampa maupun pada tubuh. Pada penelitian [3] digunakan *aperture coupled modified cross-slot microstrip patch antenna* dengan frekuensi 5.79 GHz. Penelitian ini menghasilkan *return loss* sebesar -37 dB, dan VSWR kurang dari 2 dengan polarisasi sirkular. Pada penelitian [4] dilakukan perancangan dan analisis antenna microstrip dengan bahan kain jeans sebagai substrat dan copper tape sebagai konduktor. Dengan penelitian tersebut dihasilkan antenna microstrip *patch* segi empat yang memiliki *gain* 3.86 dB dan berpola radiasi unidirectional dengan nilai *specific absorption ratio* (SAR) 0.53 W/kg di frekuensi 5.80 GHz. Pada penelitian [5] digunakan *circular-shaped sorted microstrip antenna* dengan bahan Roger-3010 sebagai substrat pada frekuensi 910 MHz. Penelitian ini berhasil mendapatkan VSWR sebesar 1.013 dengan impedansi -10 dB, *maximum gain* -21.9 dBi dan efisiensi radiasi sebesar 82.19%.

Sehingga pada perancangan tugas akhir ini, penulis menganalisa hasil parameter bahan yang digunakan Rogers 3003 sebagai substrat pada frekuensi Industrial, Scientific and Medical (ISM).

2. Dasar Teori

2.1. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip merupakan salah satu teknologi terkini yang digunakan untuk antena dan aplikasi elektromagnetik. Sekarang ini sangat banyak digunakan dalam sistem komunikasi nirkabel karena sangat sederhana dan juga lebih murah serta memiliki dimensi yang kecil, definisi dari mikrostrip antena ini telah dibahas pada jurnal [9] konsep utama dari antena mikrostrip adalah *patch* yang memancarkan di atas substrat, di bawah *patch* dan substrat terdapat groundplane yang berfungsi sebagai reflektor antena, pengertian mikrostrip antena yang mendefinisikan *patch* sebagai pemancar telah dibahas oleh Dr. Ranjan Mishra [9]. Jadi pada dasarnya antena memiliki 4 komponen dimulai dari bagian bawah yaitu groundplane sebagai reflektornya, kemudian substrat sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik menuju daerah di bawah *patch*, fungsi *patch* adalah memancarkan gelombang elektromagnetik, yang terakhir adalah feed line sebagai saluran transmisi

2.2. Antena Mikrostrip Patch Sirkular

Antena yang sering digunakan untuk pembuatan wearable antenna adalah tipe antena planar, karena antena planar bisa menyediakan integrasi antena yang sangat baik dengan radio frequency

circuit, feeding line dan matching circuit. Jenis antena planar yang paling populer digunakan adalah antena mikrostrip, karena bentuk dan ukurannya yang dapat dirancang seminimal mungkin sehingga cocok digunakan untuk perangkat telekomunikasi yang dari tahun ke tahun menunjukkan trend ukuran yang semakin mengecil. Secara umum, antena mikrostrip disusun ke dalam 3 lapisan, yaitu groundplane, substrat dan patch[6].

Berikut merupakan rumus untuk menentukan dimensi dari patch sirkular:

$$F = \frac{8.791 \times 10^9}{fr \sqrt{\epsilon_r}} \tag{1}$$

$$a = \frac{F}{\{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} (\frac{\pi F}{2h}) + 1.7726\}}^{\frac{1}{2}} \tag{2}$$

$$r = a \{1 + \frac{2h}{\pi \epsilon_r F} (\frac{\pi F}{2h}) + 1.7726\}^{\frac{1}{2}}, \text{ dalam menentukan jari-jari patch} \tag{3}$$

$$Gp = 6h + 2a, \text{ dalam menentukan dimensi groundplane dan substrat} \tag{4}$$

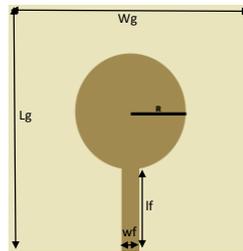
$$A = \frac{Z_0}{60} \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}} + \sqrt{\frac{\epsilon_r - 1}{2}} (\frac{\epsilon_r - 1}{\epsilon_r + 1}) \tag{5}$$

$$Wf = \frac{w}{d} = \frac{8e^A}{e^{2A} - 2}, \text{ dalam menentukan lebar microstrip line} \tag{6}$$

$$\frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} (1 + 12 \frac{h}{wf})^{-\frac{1}{2}} \tag{7}$$

$$\lambda g = \frac{\lambda_0}{\sqrt{\epsilon_{eff}}} \tag{8}$$

$$Lf = \frac{\lambda g}{4}, \text{ dalam menentukan panjang microstrip line} \tag{9}$$



Gambar 2. 1 Struktur antena mikrostrip.

2.3. Spessific Absorption Ratio (SAR)

SAR merupakan ukuran tingkat energi yang diserap oleh tubuh saat terpapar frekuensi radio medan elektromagnetik, SAR juga dapat didefinisikan sebagai daya yang diserap per massa dari jaringan dengan satuan watt kilogram (W/kg). berikut merupakan persamaan dari SAR [10]:

$$SAR = \frac{\sigma |E|^2}{\rho} \tag{8}$$

3. Perancangan Sistem

3.1. Penentuan Spesifikasi Antena

Pada penelitian tugas akhir ini dilakukan simulasi dan realisasi antena mikrostrip patch sirkular berbahan Rogers 3003 di frekuensi Industrial Scientific and Medical dengan frekuensi 5,8 GHz Spesifikasi antena yang dirancang pada tugas akhir adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Spesifikasi antena.

Parameter	Spesifikasi
Frekuensi Kerja	5,725 – 5,85 GHz
Gain	> 3 dBi
Bandwidth	≥ 50 MHz
VSWR	≤ 2
Pola Radiasi	Unidirectional
SAR	< 1,6 W/kg

3.2. Penentuan Dimensi Antena

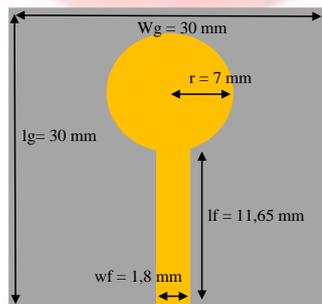
Berdasarkan persamaan diatas, maka perhitungan dimensi antenna sebagai berikut:

Tabel 3. 2 Dimensi antenna hasil perhitungan.

No.	Nama	Simbol
1	Jari-jari <i>Patch</i>	r
2	Lebar groundplane dan lebar substrat	wg
3	Panjang groundplane dan Panjang substrat	lg
4	Tebal substrat	hs
5	Tebal konduktor	hg
6	Lebar feed	wf
7	Panjang feed	lf

3.3. Hasil Simulasi Berdasarkan Perhitungan

Dari matematika Perhitungan yang telah dilakukan dapat dilihat dari gambar 3.1 desain awal antenna. Dimensi antenna yang diperoleh untuk desain simulasi dapat dilihat masing-masing dari Tabel 3.2.

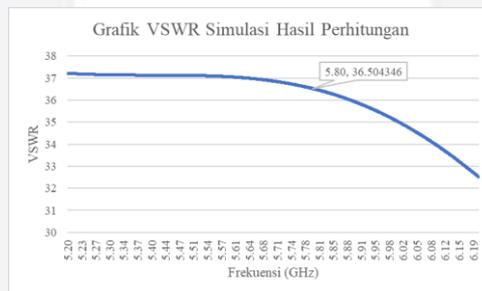


Gambar 3. 1 Bentuk simulasi antenna desain awal.

3.4. Hasil Simulasi Antena

3.4.1. Simulasi Awal

Pada gambar 3.2 menunjukkan hasil simulasi perhitungan dimensi antenna dengan nilai VSWR pada frekuensi 5,8 GHz sebesar 36,50. Dari hasil VSWR ini, tidak memenuhi batas persyaratan yang baik yaitu ≤ 2 . Dari hasil desain awal yang diperoleh, diperlukan optimasi untuk mendapatkan hasil sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

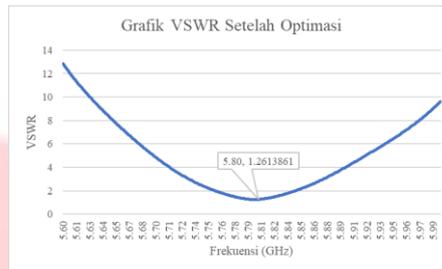


Gambar 3. 2 Grafik yang menunjukkan nilai VSWR dari simulasi hasil perhitungan.

3.4.2. Simulasi hasil Optimasi

Pada tugas akhir ini proses optimasi dilakukan dengan beberapa cara yaitu, dengan mengoptimasi feedline pada antenna, optimasi feedline mempengaruhi returnloss pada antenna, optimasi feedline dilakukan dengan cara mengubah dimensi panjang dan lebar pada feedline, proses optimasi selanjutnya adalah dengan mengoptimasi jari jari patch pada antenna, optimasi patch pada antenna mempengaruhi bentuk gelombang, pergeseran pada frekuensi dan juga bandwidth pada antenna, proses optimasi selanjutnya adalah dengan mengoptimasi dimensi groundplane pada antenna, proses optimasi groundplane mempengaruhi perubahan bandwidth pada antenna dan mempengaruhi

pergeseran pada frekuensi antenna. Pada Gambar 3.3 Nilai VSWR dari antenna setelah optimasi adalah 1,25.



Gambar 3. 3 Grafik yang menunjukkan nilai VSWR dari simulasi hasil optimasi.

3.4.3. Simulasi Antena dengan Phantom (pergelangan tangan)

Dari Tabel 3.3 dapat disimpulkan bahwa antenna bekerja dengan baik saat kondisi on body dengan phantom (pergelangan tangan), dengan jarak optimum 36 – 40 mm. Dikarenakan nilai Specific Absorption Ratio (SAR) yang masih mencukupi persyaratan, yaitu 1,6 W/kg dimana antenna bisa digunakan di pergelangan tangan.

Tabel 3. 3 Perbandingan Parameter Pada Antena Tanpa Slot

Jarak Antena (mm)	SAR	VSWR
30	2.62	1.16
36	1.42	1.02
40	0.98	1.37

3.5. Realisasi antenna

Sesuai dengan perbandingan parameter, desain antenna tanpa slot memiliki hasil parameter yang lebih baik. Maka dilakukan pencetakan Antena patch sirkular tanpa slot dengan menggunakan rogers 3003 sebagai substrat.



Gambar 3. 4 Realisasi Antena Patch Sirkular Tanpa Slot.

4. Pengukuran dan Analisis

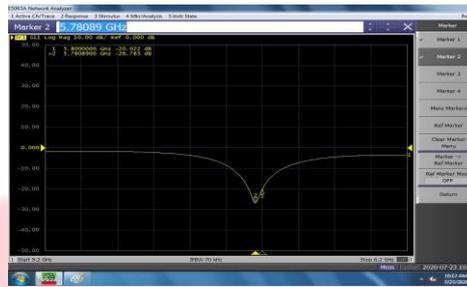
4.1. Konfigurasi Pengukuran Antena

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*, polarisasi dan pola radiasi, menggunakan *Spectrum Analyzer* dengan persyaratan harus mengukur terlebih dahulu jarak radiasi medan jauh sebagai jarak minimal pengukuran antenna.

4.2. Pengukuran Return Loss

4.2.1. Hasil Pengukuran Return Loss saat Kondisi Biasa

Pada gambar 4.1 menunjukkan hasil return loss yang didapatkan dari pengukuran adalah -20,02 dB pada frekuensi 5,8 GHz dengan nilai returnloss terendah -26.78 dB pada frekuensi 5,78 GHz.



Gambar 4. 1 Grafik yang menunjukkan hasil pengukuran *return loss* dalam kondisi normal.

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

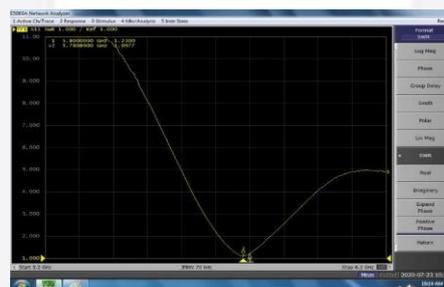
Pada gambar 4.2 menunjukkan hasil *returnloss* yang didapatkan dari pengukuran adalah -14,1 dB pada frekuensi 5,8 GHz dengan jarak 3 cm, nilai *returnloss* pada hasil pengukuran -15,42 dB pada frekuensi 5,8GHz dengan jarak 4 cm.



Gambar 4. 2 Grafik yang menunjukkan perbandingan *return loss* saat jarak antara antenna dan phantom 3 cm dan 4 cm.

4.3. Hasil Pengukuran VSWR

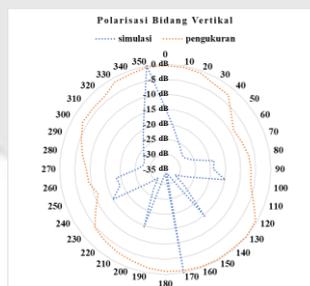
Pada gambar 4.3 menunjukkan hasil pengukuran VSWR antenna yang bernilai 1,23 pada frekuensi 5,8 GHz dengan nilai SWR terendah 1,09 pada frekuensi 5,78 GHz.



Gambar 4. 3 Pengukuran VSWR berdasarkan frekuensi.

4.4. Hasil Pengukuran Polarisasi

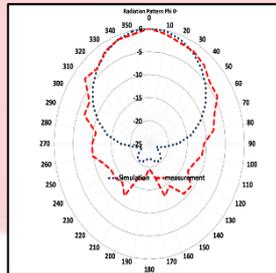
Pada gambar 4.4 menunjukkan hasil pengukuran pada polarisasi dilakukan secara vertikal. Penentuan polarisasi dilakukan dengan membandingkan antara daya mayor lobe dan daya minor lobe menghasilkan axial ratio sebesar 3,16 sehingga pengukuran *antenna under test* memiliki polarisasi elips. Pada simulasi desain antenna setelah dioptimasi antenna memiliki axial ratio sebesar 40dB dengan polarisasi linear.



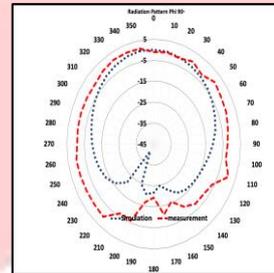
Gambar 4. 4 Pengukuran Polarisasi.

4.5. Hasil Pengukuran Pola Radiasi

Perbandingan pola radiasi berdasarkan azimuth dan elevasi antara simulasi (warna biru) dengan pengukuran (warna merah) dapat dilihat pada Gambar 4. 5 dan gambar 4. 6. Pengukuran pola radiasi bidang Azimuth pada frekuensi 5,8 GHz dengan daya maksimum berada pada sudut 0° dan daya minimum berada pada 250° didapatkan pola radiasi unidirectional. Hasil yang didapatkan pada pengukuran polaradiasi bidang elevasi adalah omnidirectional.



Gambar 4. 5 Berdasarkan Azimuth.



Gambar 4. 6 Berdasarkan Elevasi.

4.6. Hasil Pengukuran Gain

4.6.1. Hasil Pengukuran Gain saat Kondisi Biasa

Dari Tabel 4.1 hasil rata – rata pengukuran maka perhitungan terima pada antenna sebesar -42,7 dBm. Setelah dikonversi menghasilkan nilai gain sebesar 5,49 dB.

Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Gain saat Kondisi Biasa.

Pengukuran Gain 5,8 GHz		
Sampel Pengukuran	Daya Terima (dBm)	Daya Terima (mW)
1	-42.98	5.03501E-05
2	-42.77	5.28445E-05
3	-42.09	6.18016E-05
4	-42.92	5.10505E-05
5	-42.82	5.22396E-05
6	-42.91	5.11682E-05
7	-42.87	5.16416E-05
8	-42.78	5.2723E-05
9	-42.55	5.55904E-05
10	-42.72	5.34564E-05
Rata-rata	-42.73381979	5.32866E-05

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari seluruh proses design analisis dan simulasi menggunakan software antenna pada antenna dengan *patch* sirkular menggunakan substrat berbahan rogers 3003 untuk aplikasi pada bidang kesehatan adalah sebagai berikut.

1. Hasil pengukuran *return loss* dari antenna microstrip *patch* sirkular menggunakan substrat berbahan rogers 3003 adalah -20,02 dB. Hasil tersebut berbeda dengan hasil simulasi yang memiliki nilai -41,74 dB.
2. Perbedaan hasil dari simulasi dan hasil pengukuran dari parameter antenna, hal ini dikarenakan beberapa faktor seperti; hasil fabrikasi antenna yang tidak presisi, kualitas kabel yang kurang baik, dan interferensi.
3. Hasil pengukuran *gain* dari antenna microstrip *patch* sirkular menggunakan substrat berbahan rogers 3003 pada pengukuran normal adalah 5.39 dBi sedangkan pada saat on body dengan jarak antenna memiliki *gain* yang besar pada saat jarak antara antenna ke phantom 3 cm yaitu sebesar 5.71 dBi. Untuk *gain* yang didapatkan pada saat simulasi didapatkan *gain* sebesar 5.49 dBi
4. Pada frekuensi ISM 5,8 GHz untuk bidang kesehatan dibutuhkan *bandwidth* frekuensi minimal 50 MHz. Pada simulasi desain antenna mikrostrip *patch* sirkular menggunakan substrat berbahan roger 3003 memiliki rentang *bandwidth* sebesar 96,5 MHz dengan frekuensi tengah 5,8 GHz, pada pengukuran *gain* antenna microstrip *patch* sirkular menggunakan substrat berbahan rogers 3003 memiliki rentang *bandwidth* sebesar 90 MHz.

Dari hasil pengukuran yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa antenna sudah memenuhi spesifikasi yang telah ditetapkan.

5.2. Saran

Dalam rangka untuk mendapatkan kinerja dan hasil yang lebih baik, ada beberapa hal yang dapat dijadikan saran untuk skripsi, adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan hasil *gain* yang bagus disarankan untuk menambahkan metode penambahan slot persegi pada antenna mikrostrip dengan *patch* sirkular.
2. Dalam fabrikasi manual, harus dilakukan dengan hati-hati pada saat pemasangan antar bagian antenna, penyolderan konektor besar dimensi dari antenna, untuk mendapatkan hasil yang mendekati dengan simulasi.
3. Pengukuran antenna dilakukan di tempat yang lebih terkontrol dengan udara dan suhu untuk mendapatkan hasil pengukuran yang lebih akurat.
4. Untuk mendapatkan hasil parameter yang bagus disarankan untuk melakukan perpindahan slot persegi pada antenna mikrostrip dengan *patch* sirkular.
5. Untuk mencari tahu apakah antenna dengan *patch* sirkular dengan frequency 5.8 GHz dengan *gain* 5.49 dBi dengan dapat dijadikan penelitian dalam dunia medis untuk aplikasi selain pergelangan tangan, maka di sarankan untuk mensimulasikan antenna dengan *patch* sirkular pada bagian tubuh lainnya.

Referensi:

- [1] dr. Nedyia Safitri, Masalah Kesehatan pada Lansia, 30 Agustus ,2018. Tersedia: Ditjen Yankes, <http://www.yankes.kemkes.go.id/read-masalah-kesehatan-pada-lansia-4884.html>. [Diakses pada 27 September 2019, 11:15]
- [2] Yamanaka, D., & Takahashi, M. (2018). 5.2 GHz Textile Antenna for Biological Monitoring System. 2018 IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium and USNC/URSI National Radio Science Meeting, APSURSI 2018 - Proceedings, 1295–1296.
- [3] Lee, H., & Lim, Y. (2001). Design of circular polarized microstrip aperture coupled patch antenna for 5.8GHz ISM band. Asia-Pacific Microwave Conference Proceedings, APMC, 1, 220–223.
- [4] MRF Nurdin, T Yunita, LO Nur, 2018, Antena Tekstil Patch Segi Empat 5,8 GHz pada Tubuh Untuk Alikasi Kesehatan. e-Proceeding of Engineering: Vol.5, p. 362-371.
- [5] Kirtonia, P., Hosain, M. K., & Rahman, T. (2019). A Circularly Polarized Implantable Wideband Antenna for Bio-Telemetry Applications. 2nd International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering, ECCE 2019, 1–4.
- [6] P Exaudi, 2011, Perancangan Simulasi dan Realisasi Antena Mikrostrip Patch Lingkaran Pada Pita Frekuensi Ku-Band, Laporan Tugas Akhir Teknik Telekomunikasi Universitas Telkom Bandung.
- [7] Balanis, Constatine A. 2005. Antenna Theory: Analysis and Design, Third Edition, New Jersey: A John Wiley & sons, Inc.,Publication.
- [8] D. R. Mishra, "An overview of microstrip antenna," HCTL Open International Journal of Technology Innovations and Research (IJTIR), vol. 21, pp. 1–17, August 2016.
- [9] 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.