

# Perancangan Dan Realisasi Antena Berbasis Aluminium Foil Tape Dan Substrat Tekstil Pada Frekuensi 2,45 GHz Untuk Telemedis

## *Design And Realization Of An Antenna Based On Aluminum Foil Tape And Textile Substrate At 2.45 GHz Frequency For Telemedicine*

1<sup>st</sup> Reza Dipayana  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
rezadipayana@student.telkomuniversity.ac.id

2<sup>nd</sup> Levy Olivia Nur  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
levy.olivia@telkomuniversity.ac.id

3<sup>rd</sup> Yussi Perdana Saputera  
Fakultas Teknik Elektro  
Universitas Telkom  
Bandung, Indonesia  
yussips@telkomuniversity.ac.id

**Abstrak**—Telemedis merupakan aplikasi teknologi telekomunikasi di bidang kesehatan. Dalam aplikasi tersebut menggunakan teknologi wireless yang memerlukan sebuah antena yang sesuai. Penelitian ini merancang sebuah antena untuk telemedis yaitu *wearable antenna* yang diharapkan bisa membuat nyaman untuk digunakan. Dengan adanya teknologi tekstile *wearable antenna*, memungkinkan pembuatan antena menggunakan bahan tekstil. Penggunaan bahan tekstil tersebut sangat baik karena sifat bahan tekstil yang ringan, lembut dan fleksibel. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan, simulasi dan realisasi tekstil mikrostrip patch yang berbentuk *rectangular* dengan *microstrip line feed* yang menggunakan substrat dengan bahan kain *fleece* kemudian pada *patch* dan *groundplane* menggunakan *aluminium foil tape*. Frekuensi kerja pada Tugas Akhir ini mengikuti frekuensi *Industrial, Scientific and Medical (ISM)* 2,45 GHz. Antena tekstil memiliki dimensi 83 mm x 68 mm. Hasil simulasi kondisi *off body* mendapatkan *bandwidth* 65.9 MHz, S11 -32.414 dB dan *gain* 7.38 dBi pada frekuensi 2.45 GHz. Sedangkan *On body* mendapatkan *bandwidth* 67 MHz, S11 -23.836 dB dan *gain* 7.97 dBi pada frekuensi 2.45 GHz. Hasil pengukuran kondisi *off body* mendapatkan *bandwidth* 358 MHz, S11 sebesar -23.241 dB dan *gain* sebesar 6.953 dBi pada frekuensi 2.45 GHz. Sedangkan kondisi *on-body* mendapatkan *bandwidth* 160 MHz, S11 sebesar -20.218 dB dan *gain* sebesar 6.093 dBi pada frekuensi 2.45 GHz. Pola radiasi antena yang didapat *unidirectional*.

**Kata Kunci** — Telemedis, *wearable antenna*, *aluminium foil tape*, Antena Tekstil

**Abstract**—Telemedicine is an application of telecommunications technology in the health sector. This application uses wireless technology that requires a compatible antenna. In this study, the researcher tried to design an antenna, namely a *wearable antenna*. It is expected that this antenna will be very useful for telemedicine purposes, especially to make the process easier and comfortable. The textile *wearable antenna* technology enables the researcher to manufacture antennas using textile materials. The use of these textile materials is magnificent because of the characteristics and natures of the textile materials which are light, soft, and flexible. In this study, the researcher has conducted several processes such as design, simulation, and realization of *rectangular microstrip patch* textiles with *microstrip line feed*. The process was carried out by using a substrate with *fleece* material, and then by using *aluminium foil tape* on the patch and groundplane. In this final project, the working frequency follows the *Industrial, Scientific, and Medical (ISM)* frequency of 2.45 GHz. The textile antenna has dimensions of 83 mm x 68 mm. The results of the simulation conducted on the condition of *off body* generated a *bandwidth* of 65.9 MHz, S11 -32,414 dB and a *gain* of 7.38 dBi at a frequency of 2.45 GHz. On the other hand, *on body* gets a *bandwidth* of 67 MHz, S11 -23,836 dB and a *gain* of 7.97 dBi at a frequency of 2.45 GHz. The results of the measurement of *off body* conditions generated a *bandwidth* of 358 MHz, S11 of -23,241 dB and a *gain* of 6.953 dBi at a frequency of 2.45 GHz. Meanwhile, the *on-body* condition generated a *bandwidth* of 160 MHz, S11 of -20,218 dB and a *gain* of 6.093 dBi at 2.45 GHz frequency. The antenna radiation pattern obtained is *unidirectional*.

**Keywords—** *Telemedicine, wearable antenna, aluminum foil tape, Textile Antenna*

## I. PENDAHULUAN

Teknologi telekomunikasi telah berkembang secara pesat dan telah mempengaruhi beberapa aspek kehidupan termasuk di bidang kesehatan. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi yang digunakan untuk mempermudah pelayanan kesehatan. Pengaplikasian teknologi telekomunikasi yang dapat digunakan adalah Telemedis. Telemedis dapat digunakan untuk melakukan pelayanan kesehatan dari jarak jauh [1]. Salah satu komponen dari aplikasi telemedis menggunakan wireless tersebut adalah antena. Dalam pengaplikasian telemedis, diperlukan antena yang ringan dan fleksibel saat dipasang di tubuh, yang bisa disebut wearable antenna [2].

Ada bermacam-macam jenis tipe dan desain wearable antenna, yaitu Electro Textile, microstrip patches, button antenna, dan wearable MIMO. Namun, dari berbagai jenis tersebut, antena mikrostrip mempunyai keunggulan yaitu memiliki dimensi yang kecil dan juga ringan sehingga menjadi jenis antena yang paling sering digunakan untuk pembuatan wearable antenna. Antena mikrostrip yaitu antena yang berbentuk papan (board) dan mampu bekerja pada frekuensi yang sangat tinggi, salah satunya frekuensi 2,45 GHz. Dimana frekuensi ini berada pada rentang frekuensi ISM band. Antena mikrostrip sendiri terdiri dari 3 bagian yaitu conducting patch, substrat dielektrik, dan groundplane.

Tugas Akhir ini merancang antena wearable pada frekuensi 2,45 GHz menggunakan antena mikrostrip patch rectangular, pencatutan dengan feed line dan menggunakan aluminium foil tape sebagai bahan peradiasi patch dan groundplane, yang membedakan dari penelitian sebelumnya adalah penggunaan aluminium foil tape sebagai patch dan groundplane dikarenakan penelitian sebelumnya menggunakan copper tape sebagai patch dan groundplane. Frekuensi ISM dipilih karena bebas lisensi dan memberikan efek pada dimensi groundplane yang lebih kecil sehingga antena yang di fabrikasi tidak terlalu besar dan nyaman ketika digunakan pada tubuh manusia [9]. Substrat 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 telah dilakukan pengujian pada tubuh manusia, yaitu pada bagian lengan dan dilakukan uji fleksibilitas. Hasil dari pengukuran telah dibandingkan dengan hasil simulasi. Aspek yang dapat dianalisis dalam penelitian yaitu S11, Bandwidth, Gain dan Pola Radiasi.

## II. KAJIAN TEORI

### A. Telemedis

Telemedis adalah penggunaan teknologi informasi dan komunikasi yang digabungkan dengan kepakaran medis untuk memberikan layanan kesehatan, mulai dari konsultasi, diagnosa dan tindakan medis, tanpa terbatas ruang atau dilaksanakan dari jarak jauh [10]. Untuk dapat berjalan dengan baik, sistem ini membutuhkan teknologi komunikasi yang memungkinkan transfer data berupa video, suara, dan gambar secara interaktif yang dilakukan secara real time dengan mengintegrasikannya ke dalam teknologi pendukung video-conference [11] perkembangan teknologi telemedicine dalam menganalisis citra medis semakin hari semakin meningkat karena kemajuan di bidang multimedia, imaging, komputer, sistem informasi dan telekomunikasi. Untuk mengakses informasi tersebut membutuhkan komunikasi audiovisual melalui koneksi bandwidth tinggi dan latensi rendah. Telemedis dapat digunakan untuk perawatan kesehatan medis, rehabilitasi, dan kardiologi [12].

### B. Square ring

Antena mikrostrip patch rectangular adalah jenis antena yang umum digunakan, karena memiliki konfigurasi yang sederhana. Adapun parameter yang harus diketahui dalam perhitungan matematis antena mikrostrip rectangular adalah frekuensi resonansi ( $f$ ), konstanta dielektrik dari substrat ( $\epsilon_r$ ), dan tebal dari substrat ( $h$ ). Perancangan antena mikrostrip persegi dilakukan secara bertahap, yaitu :

1. Menentukan lebar *patch* ( $W$ ) antena mikrostrip menggunakan persamaan :

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

2. Menentukan nilai konstanta dielektrik efektif *substrat* menurut Hammerstad dan Bekkadal adalah sebagai berikut

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

3. Menentukan  $\Delta L$  (*extension of length*) menggunakan persamaan:

$$\Delta Lp = 0.412h \frac{\epsilon_e + 0,300 \left(\frac{w}{h} + 0,264\right)}{\epsilon_e - 0,258 \left(\frac{w}{h} + 0,8\right)}$$

4. Menentukan panjang *patch* antena ( $L$ ) sebenarnya dengan persamaan:

$$L = \frac{c}{2fr \sqrt{\epsilon_e}} - 2\Delta L$$

5. Menentukan panjang *ground plane* ( $L_g$ ):

$$L_g = 6h + L$$

6. Menentukan panjang *ground plane* ( $W_g$ )

$$W_g = 6h + W$$

7. Menentukan lebar mikrostrip *line* ( $W_f$ ):

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

8. Menentukan panjang mikrostrip *line* ( $L_f$ ):

$$L_f = \frac{\lambda_g}{4}$$

C. Frekuensi *Industrial, Scientific and Medical* (ISM)

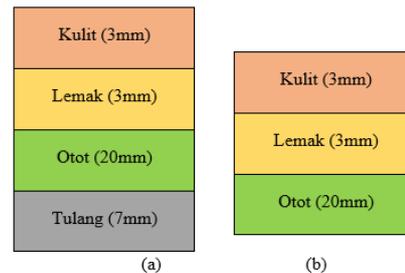
Industrial, Scientific, and Medical (ISM) merupakan band radio yang disediakan untuk penggunaan frekuensi radio untuk industri, ilmiah, dan medis. Rentang frekuensi pita ISM adalah sebagai berikut [13]:

1. 902 MHz hingga 928 MHz (lebar 26 MHz)
2. 2,4 GHz hingga 2,5 GHz (lebar 100 MHz)
3. 5,725 GHz hingga 5,875 GHz (lebar 150 MHz)

Rentang frekuensi pita ISM mengikuti standardisasi Telekomunikasi ITU (ITU-T) S5.138 dan S5.150 peraturan radio. Perhatikan bahwa ketiga band ini adalah band bebas lisensi, dan tidak ada batasan jenis peralatan apa yang dapat digunakan di salah satu dari mereka [13].

D. Lapisan Phantom

*Phantom* adalah pemodelan tubuh manusia yang digunakan untuk melakukan simulasi *Wireless Body Area Network*. Berikut Gambar yang merupakan lapisan *phantom* dada dan lengan [5].

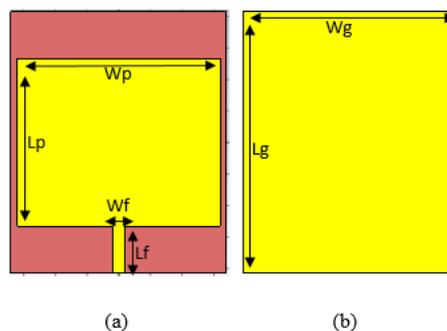


III. METODE

A. Perancangan Antena

Setelah dilakukan optimasi pada simulasi antena, didapatkan hasil akhir untuk dimensi antena yang sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan:

| Parameter                            | Sebelum Optimasi (mm) | Sesudah Optimasi (mm) |
|--------------------------------------|-----------------------|-----------------------|
| Lebar <i>Groundplane</i> ( $W_g$ )   | 66.7                  | 68                    |
| Panjang <i>Groundplane</i> ( $L_g$ ) | 71.73                 | 83                    |
| Lebar <i>Patch</i> ( $W_p$ )         | 56.43                 | 64                    |
| Panjang <i>Patch</i> ( $L_p$ )       | 51.40                 | 53                    |
| Lebar <i>Feedline</i> ( $W_f$ )      | 4.414                 | 3.5                   |
| Panjang <i>Feedline</i> ( $L_f$ )    | 28.47                 | 15                    |
| Tebal Subtrat (h)                    | 2.55                  | 2.55                  |
| Tebal Aluminium Foil (t)             | 0.033                 | 0.033                 |

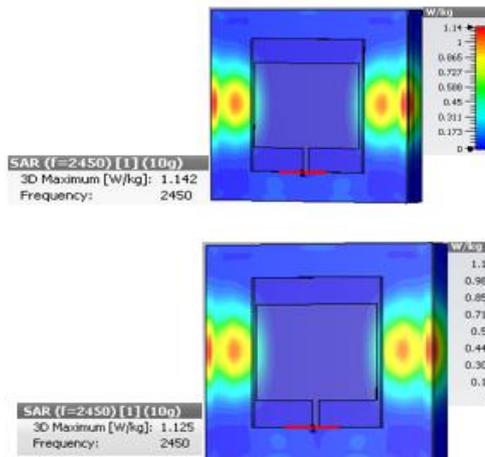


B. Analisa Hasil SAR

Pada simulasi kondisi *on-body*, antena tekstil diberi tambahan phantom pada bagian *ground*

*plane*. Pada simulasi hanya memperlihatkan hasil dari nilai SAR saja dengan menggunakan jarak antena yang disimulasikan sebesar 0 mm dan 5 mm. Hasil simulasi *specific absorption rate*

(SAR) antenna tekstil (a) pada jarak 0 mm dan (b) pada jarak 5 mm dapat dilihat pada Gambar berikut :



C. Perbandingan Hasil Simulasi  
 Pada Tabel dibawah merupakan tabel perbandingan hasil simulasi awal dan simulasi akhir antenna pada *software* simulasi 3D Modeler.

| Parameter Antena | Spesifikasi           | Simulasi Awal         | Simulasi                |                        |
|------------------|-----------------------|-----------------------|-------------------------|------------------------|
|                  |                       |                       | Kondisi <i>off body</i> | Kondisi <i>On body</i> |
| Frekuensi Kerja  | 2.45 GHz              | 2.45 GHz              | 2.45 GHz                | 2.45 GHz               |
| S11              | ≤ -10 dB              | -3.047                | -32.414 dB              | -23.836 dB             |
| Bandwidth        | > 50 MHz              | Tidak diketahui       | 65.9 MHz                | 67 MHz                 |
| Gain             | ≥ 3 dBi               | 5.67 dBi              | 7.38 dBi                | 7.97 dBi               |
| Pola Radiasi     | <i>Unidirectional</i> | <i>Unidirectional</i> | <i>Unidirectional</i>   | <i>Unidirectional</i>  |

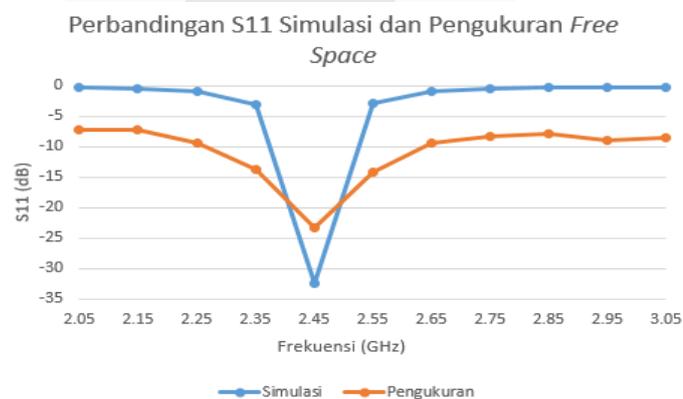
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Realisasi Antena

Setelah dilakukan perancangan antenna melalui simulasi dan memperoleh hasil yang sesuai dengan spesifikasi, kemudian dilanjutkan dengan proses fabrikasi antenna. Antena yang telah di fabrikasi telah di pasangkan sebuah konektor. Konektor yang digunakan adalah konektor SMA Female. Selanjutnya dilakukan proses pengukuran terhadap antenna.



B. Hasil dan Analisa Pengukuran Return Loss (S11) dan Bandwidth Off Body

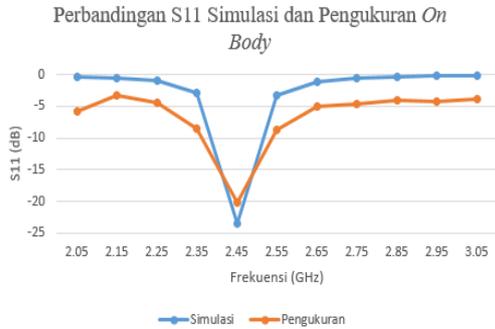


Berdasarkan data Tabel diatas , dapat dilihat hasil pengukuran yang didapatkan memiliki bandwidth yang lebih lebar

dibandingkan simulasi. Bandwidth yang dihasilkan ketika simulasi sebesar 65.9 MHz atau 2.68% sedangkan bandwidth yang

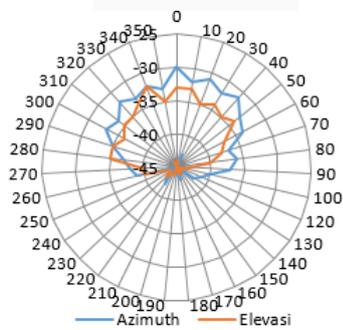
dihasilkan ketika pengukuran sebesar 358 MHz atau 14.6%. Antara hasil simulasi dan hasil pengukuran bandwidth terjadi kenaikan sebesar 11.92%.

C. Hasil dan Analisa Pengukuran Return Loss (S11) dan Bandwidth On Body



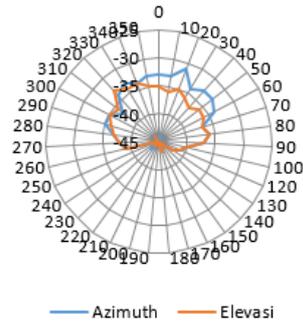
Berdasarkan data Tabel diatas, dapat dilihat hasil pengukuran yang didapatkan memiliki bandwidth yang lebih lebar dibandingkan simulasi. Bandwidth yang dihasilkan ketika simulasi sebesar 67 MHz atau 2.73% sedangkan bandwidth yang dihasilkan ketika pengukuran *on body* sebesar 160 MHz atau 6.5%. Antara hasil simulasi dan hasil pengukuran *bandwidth* terjadi kenaikan sebesar 3.77%.

D. Hasil dan Analisa Pengukuran Pola Radiasi Off Body



Pada Gambar diatas dapat dilihat bahwa dari hasil pengukuran dan simulasi pola radiasi yang diperoleh adalah unidirectional. Pada hasil simulasi level daya tertinggi berada pada sudut 100, sedangkan daya terendah terletak pada sudut 1200, pada hasil pengukuran level daya tertinggi dari sudut azimuth berada pada sudut 00, sedangkan daya terendah terletak pada sudut 2100.

E. Hasil dan Analisa Pola Radiasi On Body



Pada Gambar diatas dapat dilihat bahwa dari hasil pengukuran dan simulasi pola radiasi yang di daperoleh adalah unidirectional. Pada hasil simulasi level daya tertinggi berada pada sudut 00, sedangkan daya terendah terletak pada sudut 1800, pada hasil pengukuran level daya tertinggi dari sudut azimuth berada pada sudut 200, sedangkan daya terendah terletak pada sudut 2000.

F. Hasil dan Analisa Pengukuran Gain

Pada Tabel 4.2 menunjukkan hasil pengukuran level daya untuk memperoleh nilai *gain*, level daya yang diperoleh saat pengukuran antenna *wearable* yaitu bernilai -29 dBm untuk kondisi normal dan -30 dBm untuk kondisi *on body*, kemudian setelah dihitung menggunakan rumus *gain* diatas, didapat nilai *gain* yang diperlihatkan pada tabel dibawah

| Kondisi Pengukuran      | Nilai <i>Gain</i> (dBi) |
|-------------------------|-------------------------|
| Kondisi <i>Off body</i> | 6.953                   |
| Kondisi <i>On Body</i>  | 6.093                   |

V. KESIMPULAN

A. Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari seluruh proses perancangan dan realisasi antenna mikrostrip adalah sebagai berikut :

1. Antena *Wearable* yang dibuat menggunakan substrat kain *fleece* dan mempunyai *patch rectangular*.
2. Antena *Wearable* menggunakan *aluminium foil tape* sebagai *patch* dan *groundplane* sehingga berbeda dari penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan
3. Antena yang telah dirancang dapat bekerja pada rentang frekuensi yang sesuai dengan spesifikasi yaitu 2.45 GHz dengan nilai S11 off body sebesar -23.241 dB. Bandwidth sebesar 358 MHz atau 14.6%. Sedangkan nilai S11 On-Body sebesar -20.218 dB. Bandwidth sebesar 160 MHz atau 6.5%. *Gain* yang dihasilkan pada kondisi *off body* sebesar 6.953

dBi dan pada kondisi *on body* sebesar 6.093. Adapun pola radiasi yang dihasilkan adalah *unidirectional*.

4. Nilai SAR yang diperoleh saat antena dipasang pada lapisan phantom menggunakan software *software* simulasi 3D Modeler adalah sebesar 1.125 W/kg sehingga antena aman dan tidak berbahaya digunakan pada bagian tubuh manusia.
5. Ketebalan kain yang digunakan juga mempengaruhi hasil akhir dari pengukuran antena.
6. Perbedaan hasil simulasi dengan hasil pengukuran dapat dianggap wajar, dikarenakan beberapa faktor seperti kurang teliti pada fabrikasi, apalagi pada kasus antena tekstil substrat dan patch yang dipakai harus diukur dan dipasangkan sendiri bukan dicetak
7. Secara keseluruhan hasil parameter antena telah sesuai dengan spesifikasi untuk aplikasi kesehatan khususnya telemedis di frekuensi *Industrial, Scientific and Medical (ISM) 2.45 GHz*.

#### B. Saran

1. Mencoba jenis kain lain sebagai substratnya dan memiliki dimensi antena yang lebih kecil dari penelitian ini.
2. Memperhatikan ketelitian dalam pemasangan dan pemilihan konektor.
3. Lakukan pengukuran di tempat yang ideal, seperti di anechoic chamber. Jika tidak bisa melakukan pengukuran di anechoic chamber, cari ruangan lapang yang minim pantulan dari benda-benda sekitar.

#### REFERENSI

- [1] H Eren and JG Webster, 2015, *Telemedicine and Electronic Medicine*, CRC Press. Dari Nopian Teguh Susyanto
- [2] Sonia C. Survase, Vidya V. Deshmukh, 2013, *Design of Wearable Antenna for Telemedicine Application*, IJESIT.
- [3] Tulika, Y. Manwal, S. Bisht, S. Kumari, S. Rai and B. Chauhan, "Literature Review On Wearable Textile Antennas," *International Journal On Advanced Computer Theory And Engineering*, vol. V, no. 4, pp. 35-39, 2016.
- [4] A. Amir, "Perancangan Antena Mikrostrip Ultra Wide Band Dengan Material Tekstil Untuk Aplikasi Wireless Body," vol. 3, no. 1, pp. 11-16, 2019.
- [5] N. T. Susyanto, L. O. Nur, T. Yunita, dan U. Telkom, "Antena Mikrostrip Bahan Tekstil Frekuensi 2,45 GHz untuk Aplikasi Telemedis", Vol.5, No.3, Page 4589, Desember 2018.
- [6] Suhariyono, T. Yunita, L. O. Nur, dan U. Telkom, "Antena Tekstil Segi Empat dan AMC pada Frekuensi 2,45 GHz untuk Aplikasi Kesehatan" Vol.5, No.1, Page 372, Maret 2018.
- [7] F. M. Rachmaputri, H. Wijanto, Edwar dan U. Telkom, "Antena Mikrostrip *Rectangular* Dengan Slot *Rectangular* 2,45 Dan 5,85 Ghz Menggunakan Tekstil *Fleece* Untuk Telemedis" Vol.13, No.2, 2021.
- [8] C. Ramadani, R. Anwar, D. A. Nurmantris. 2019. "Perancangan Dan Realisasi Antena Berbasis Aluminium Foil Tape Dan Substrat Tekstil Pada Frekuensi 900 -1800 Mhz". FIT, Universitas Telkom. Bandung.