

Perancangan Dan Realisasi Antena *Wearable* Pada Frekuensi 2,45 Ghz Dengan Menggunakan Substrat *Pure Cotton* Untuk Sistem Pendeteksi Kanker Payudara

1st Muhammad Rafli Ananda Ferdinal
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
rafliananda@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Bambang Setia Nugroho
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
bambangsetianugroho@telkomuniversity.ac.id

3rd Dhoni Putra Setiawan
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
setiawandhoni@telkomuniversity.ac.id

Abstrak—Kanker merupakan penyakit yang diakibatkan adanya pertumbuhan sel abnormal yang tak terkontrol. Kanker payudara telah menyerang banyak wanita di dunia. Menurut World Health Organization sekitar 2,3 juta wanita terdiagnosis kanker payudara dan sekitar 685 ribu wanita meninggal karena kanker payudara pada tahun 2020. Maka pendeteksian dini diperlukan karena dapat meningkatkan efektivitas pengobatan kanker. Terdapat beberapa metode pendeteksian kanker payudara namun metode tersebut aksesnya terbatas karena biayanya tinggi. Maka dirancang antena *wearable* sebagai alternatif pendeteksian kanker payudara. Antena *wearable* adalah solusi permasalahan tersebut, karena karakteristiknya sederhana, mudah, dan murah di fabrikasi. Pada penelitian ini dirancang dan direalisasikan antena *wearable* dengan frekuensi kerja 2,45 GHz. Bahan *pure cotton* digunakan sebagai substrat dengan nilai permitivitas relatif 1,6 dan tebal 1,6 mm. Penelitian ini menggunakan breast phantom sebagai objek penelitian. Parameter yang digunakan dalam penelitian adalah S_{11} . Pendeteksian bekerja dengan mengamati perubahan S_{11} , yang disebabkan adanya bahan baru yaitu kanker pada breast phantom. Berdasarkan hasil simulasi breast phantom tanpa kanker nilai S_{11} sebesar -15,499 dB sedangkan hasil simulasi breast phantom dengan kanker nilai S_{11} sebesar -13,593 GHz. Berdasarkan analisa perubahan hasil S_{11} , semakin besar ukuran kanker maka nilai S_{11} akan mendekati nilai 0 dB. Ini dikarenakan adanya perbedaan penyerapan daya elektromagnetik dari penambahan kanker.

Kata kunci— antena *wearable*, pendeteksian kanker, S_{11}

I. PENDAHULUAN

Kanker adalah penyakit yang bersifat ganas ditandai dengan adanya sel/jaringan yang tidak normal. Kanker tersebut dapat menyebar ke organ tubuh lainnya dengan cepat melalui pembuluh darah ataupun pembuluh getah bening [1]. Pada tahun 2020 terhitung 2,3 juta wanita terdiagnosis menderita kanker payudara dan 685 ribu wanita meninggal akibat kanker payudara di seluruh dunia. Sampai pada akhir tahun 2020 tercatat 7,8 juta wanita hidup dengan diagnosa menderita kanker payudara dalam kurun 5 tahun terakhir, menjadikan kanker payudara sebagai kanker paling umum di dunia [2]. Oleh karena itu, dibutuhkan pendeteksian sedini mungkin. Terdapat beberapa opsi untuk melakukan pendeteksian terhadap kanker, dengan menggunakan metode seperti *Mammography*, *Ultrasonography* (USG), dan

Magnetic Resonance Imaging (MRI). Namun, metode tersebut sangat terbatas aksesnya karena tidak semua rumah sakit memilikinya dikarenakan biayanya yang mahal. Antena *wearable* dapat menjadi solusi untuk mengatasi permasalahan ini.

Antena *wearable* merupakan antena mikrostrip yang dapat di aplikasikan langsung pada kulit manusia ataupun pada pakaian. Antena *wearable* umumnya bekerja di band frekuensi *Industrial, Scientific, and Medical* (ISM). Band ISM bekerja di frekuensi 2,4 GHz – 2,5 GHz dan 5,725 GHz – 5,875 GHz. Antena *wearable* banyak digunakan karena biaya yang relatif murah, mudah di fabrikasi dan ringan. Antena *wearable* cocok digunakan pada teknologi telemedis.

Pada penelitian [3], telah dirancang dan direalisasikan antena *wearable* yang berfungsi untuk mendeteksi kanker pada payudara yang bekerja pada frekuensi 2,45 GHz dengan bahan substrat *rogers duroid* RT3003 dengan menggunakan metode *Defected Ground Structure* (DGS) dan *proximity coupled*. Dari penelitian tersebut didapatkan nilai *gain* sebesar 5,42 dBi lalu nilai S_{11} sebesar -38,835 dB dan pola radiasi unidireksional.

Pada penelitian [4], telah dirancang antena *wearable* berbahan substrat *Rogers* 6006 dengan ketebalan 1,27 mm dan nilai konstanta dielektrik sebesar 6,15 yang bekerja pada frekuensi 2,46 GHz. *Patch* berbentuk persegi panjang ditambah dengan metode *proximity coupled* dan *Defect Ground Structure* (DGS) untuk melebarkan *bandwidth* dan menaikkan *gain*. Hasil dari simulasi nilai *return loss* sebesar -40,28 dB dan VSWR sebesar 1,01 sedangkan hasil fabrikasi nilai S_{11} sebesar -28,22 dB dan VSWR sebesar 1,08.

Pada penelitian [5], telah dirancang antena *wearable Ultra Wide Band* (UWB) yang bekerja pada frekuensi 1,6 GHz – 11,2 GHz, antena berbahan *pure cotton* dengan ketebalan 1,6 mm dan nilai konstanta dielektrik sebesar 1,6, *patch* digunakan berbentuk persegi panjang ditambah dengan metode *step cut line* untuk melebarkan *bandwidth*. Hasil dari simulasi didapatkan nilai *bandwidth* sebesar 9,6 GHz, nilai *gain* didapatkan sebesar 6,17 dBi dan total efisiensi sebesar 93%.

Pada Tugas Akhir ini dirancang dan direalisasikan antena mikrostrip untuk mendeteksi kanker payudara. Antena ini bekerja pada band ISM di frekuensi 2,45 GHz dengan

patch sirkular, dan bahan substrat yang digunakan adalah *pure cotton* dengan ketebalan 1,6 mm dan konstanta dielektrik sebesar 1,6. Ditambah menggunakan metode optimasi *Defected Ground Structure* (DGS), dan *inset feed* sebagai catuan antenna.

II. KAJIAN TEORI

A. Kanker

Wanita maupun pria memiliki Kelenjar mammae (payudara), akan tetapi kelenjar ini pada wanita akan berkembang pada waktu remaja (pubertas) serta saat mendekati pertumbuhan puncak di saat masa kehamilan serta sudah mempunyai fungsi untuk menghasilkan susu, sementara itu pada pria kelenjar ini tidak mengalami perkembangan. Payudara adalah suatu organ yang memiliki jaringan yang memanjang yang dimulai pada tulang selangka sampai tulang rusuk bawah, tulang dada serta ketiak. Pada masing-masing payudara wanita mempunyai 15 sampai 20 lobus yaitu sebuah kelenjar yang menghasilkan susu untuk menyusui, susu selanjutnya disalurkan melewati tabung yang bernama saluran. Adapun ilustrasi dari anatomi payudara pada wanita [6].

Kanker payudara berawal pada saat setiap sel dalam payudara antara lain lobulus mulai berkembang dengan tidak normal. Kanker payudara memiliki bermacam-macam jenis, tetapi pada jenis karsinoma ductal invasif serta karsinoma lobular invasif adalah jenis yang umum diketahui. Karsinoma ductal invasif adalah suatu jenis kanker yang berasal dari sel kanker di saluran susu yang berubah ganas serta menyerang jaringan lain di sekelilingnya sehingga menyebar keseluruhan organ tubuh lain melewati sistem getah bening serta aliran darah. Karsinoma lobular invasif yaitu suatu jenis kanker yang bermula pada lobulus kemudian menyebar pada keseluruhan jaringan payudara serta berakhir menyebar pada organ lain keseluruhan tubuh [7]. Pada penelitian ini digunakan *breast phantom* sebagai objek pengujian.

B. Breast Phantom

Pada saat melaksanakan simulasi *Wireless Body Area Network* (WBAN) diperlukan *Phantom* yang dijadikan sebagai model dari tubuh manusia. *Phantom* perlu disusun berdasarkan bentuk serta ciri-ciri bagian tubuh manusia, berdasarkan segi fisik antara lain tebal kulit, lemak, dan kanker maupun berdasarkan ciri-ciri khususnya (*electrical properties*) seperti nilai permitivitas, kepadatan serta konduktivitas nya yang ditunjukkan pada Tabel 1 agar hasil dari simulasi dapat mendekati hasil pengukuran *real* antenna [8].

TABEL 1
(INFORMASI BREAST PHANTOM)

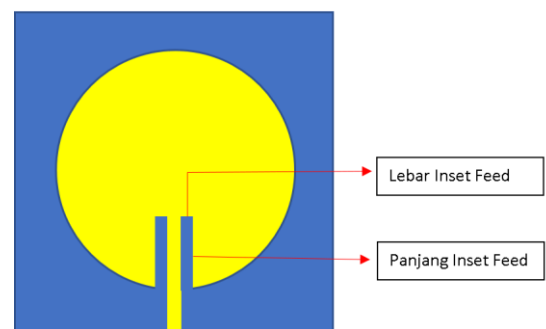
Parameter	Skin	Normal breast tissue	Cancerous breast tissue
Geometri (mm ³)	60 × 5 × 60	55 × 55 × 55	2,4,6,8
Konduktivitas (S/m)	4	0,4	4
Kepadatan (Kg/m ³)	1109	911	1058
Permitivitas (F/m)	36	9	50

C. Antena Mikrostrip

Antena Mikrostrip merupakan antena yang memiliki karakteristik *compact*, berbobot ringan, serta mudah dan murah di fabrikasi. Karena karakteristik dari antena mikrostrip ini, pengaplikasiannya banyak digunakan di berbagai bidang, seperti sistem komunikasi satelit, telemedis, sistem komunikasi *mobile*. Antena mikrostrip terdiri dari tiga struktur utama, yaitu *patch*, substrat, dan *ground plane*. Bagian *patch* berfungsi untuk meradiasi kan gelombang elektromagnetik ke udara. Bagian substrat memiliki fungsi yang berguna sebagai media perantara gelombang elektromagnetik berawal dari catuan ke arah bawah *patch*. Dan bagian *ground plane* berfungsi seperti reflektor yang merefleksikan gelombang elektromagnetik yang tidak dibutuhkan.

D. Metode Pencatuan *Inset Feed*

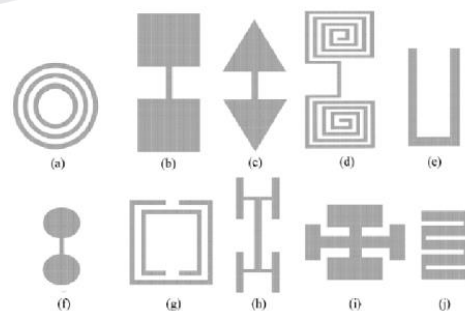
Pada Tugas Akhir kali ini *inset feed* digunakan sebagai catuan pada antena. Catuan *inset feed* dapat menurunkan nilai *return loss* hanya dengan menyesuaikan nilai panjang dan lebar *inset*. Selain itu tujuan catuan *inset feed* adalah mengatur impedansi *input* agar nilai resistansi saluran sama dengan nilai resistansi di ujung *patch* sehingga terjadi *matching impedance* [9].



GAMBAR 1
(ILUSTRASI INSET FEED)

E. Metode *Defected Ground Structure*

Defected Ground Structure (DGS) merupakan metode mencatikan atau memotong bagian dari *ground plane* berfungsi untuk menekan gelombang permukaan. Metode ini dapat memperlebar *bandwidth* dan menaikkan efisiensi *gain*. Metode DGS memiliki berbagai bentuk seperti lingkaran, persegi, spiral, dan lain – lain [4]. Pada penelitian ini digunakan DGS berbentuk persegi.



GAMBAR 2
(MACAM – MACAM BENTUK DGS)

F. Spesific Absorption Rate (SAR)

SAR yaitu skala tingkat energi yang diserap oleh tubuh pada kondisi terpapar frekuensi radio (RF) medan elektromagnetik. Kondisi ini diartikan sebagai daya yang diserap per massa pada jaringan serta mempunyai satuan watt per kilogram (W/kg). Mengikuti standar internasional ANSI/IEEE besar SAR yang diizinkan sebanyak 1.6 W/kg [10].

III. METODE

A. Spesifikasi Antena

Antena mikrostrip memiliki substrat berbahan *pure cotton*, lalu *patch* dan *ground plane* berbahan tembaga yang memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Frekuensi : 2,45 GHz
- Pola radiasi : Unidireksional
- Bandwidth : ≥ 80 MHz
- S_{11} : ≤ -10 dB

B. Perhitungan Dimensi Antena

Berikut adalah hasil perhitungan antena mikrostrip pendeteksi kanker:

TABEL 2
(DIMENSI ANTENA MIKROSTRIP)

Nama	Simbol	Nilai (mm)
Jari – jari <i>patch</i>	r	26,4
Lebar <i>ground plane</i>	W_g	70
Panjang <i>ground plane</i>	L_g	70
Lebar <i>Feed</i>	W_f	2,5
Panjang <i>Feed</i>	L_f	19,625
Panjang <i>Inset feed</i>	L_i	16
Lebar <i>Inset feed</i>	W_i	2,5
DGS	d	45

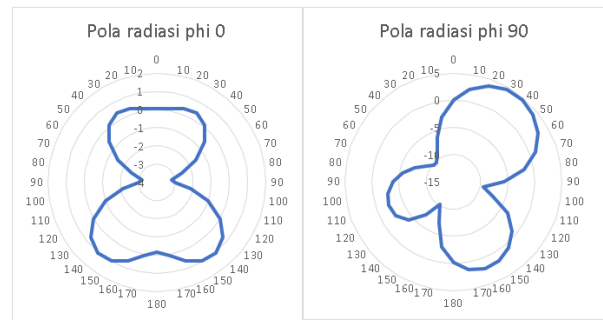
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Simulasi Akhir

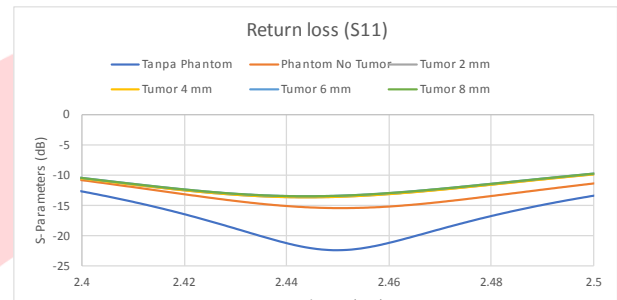
Setelah dilakukan perhitungan dan optimasi pada antena, maka didapatkan hasil simulasi seperti pada Tabel 3.

TABEL 3
HASIL SIMULASI AKHIR

Nama	Nilai
Frekuensi	2,45 GHz
S_{11}	-22,557
Gain	4,695
Pola radiasi	Unidireksional



GAMBAR 4
(BENTUK POLA RADIASI AZIMUTH DAN ELEVASI PADA SIMULASI AKHIR)



GAMBAR 3
(GRAFIK S_{11} HASIL SIMULASI AKHIR)

B. Nilai SAR Pada Simulasi Akhir

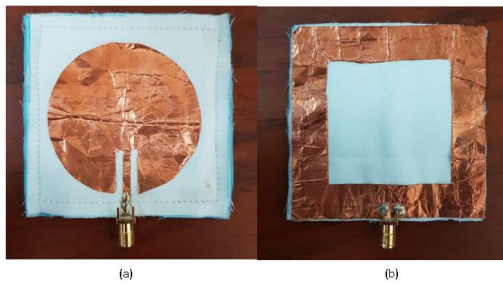
Hasil nilai SAR pada pengukuran simulasi dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai SAR pada simulasi dihitung langsung menggunakan *software CST Studio Suite 2019*. Berdasarkan data tabel dibawah dapat disimpulkan bahwa antena aman digunakan karena nilai $SAR \leq 1,6$ W/kg.

TABEL 4
(NILAI SAR PADA SIMULASI AKHIR)

Ukuran Kanker	SAR (W/kg)
Tanpa Kanker	1.559
2 mm	1.419
4 mm	
6 mm	
8 mm	

C. Realisasi Antena

Realisasi antena dilakukan setelah melakukan desain dan simulasi pada antena sebelumnya. Antena realisasi berbahan substrat kain *pure cotton* sedangkan *patch* dan *ground plane* direalisasikan dengan *copper* dengan ketebalan 0,1 mm seperti pada Gambar 5.



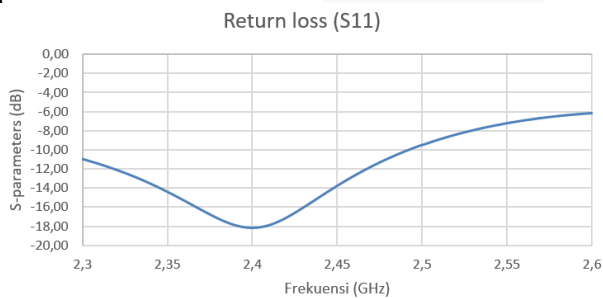
GAMBAR 5

(BENTUK REALISASI ANTENA, (A) TAMPAK DEPAN, (B) TAMPAK BELAKANG)

C. Hasil Pengukuran Antena Realisasi dengan menggunakan *Breast Phantom*

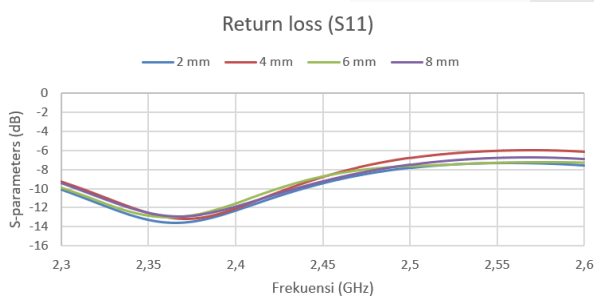
Pada pengukuran ini antenna berjarak 15 mm dari *breast phantom*, realisasi *breast phantom* dibuat berdasarkan penelitian yang sudah pernah dilakukan. Jaringan payudara terbuat dari minyak jagung, detergent, air, dan gelatin. Sedangkan material kanker terbuat dari alkohol, air, garam, dan gelatin [11].

Pengukuran pada *breast phantom* dapat dilihat pada Gambar 6. Hasil S_{11} pada pengukuran menggunakan *breast phantom* tanpa kanker dapat dilihat pada Gambar 7, hasil S_{11} tersebut sebesar -18,147 pada frekuensi 2,4 GHz. *Breast phantom* dengan kanker dilakukan dengan empat ukuran kanker yaitu 2 mm, 4 mm, 6 mm, 8 mm. Hasil pengukuran nilai S_{11} menggunakan *breast phantom* dengan kanker dapat dilihat pada Tabel 4.



GAMBAR 6

(HASIL S_{11} PENGUKURAN MENGGUNAKAN *BREAST PHANTOM* TANPA KANKER)



GAMBAR 7

(HASIL S_{11} PENGUKURAN MENGGUNAKAN *BREAST PHANTOM* DENGAN KANKER)

TABEL 5
(NILAI S_{11} PENGUKURAN DENGAN KANKER)

Ukuran kanker (mm)	Nilai S_{11} (dB)	Frekuensi (GHz)
2	-13,591	2,364
4	-13,159	2,371
6	-13,028	2,362
8	-12,897	2,367

D. Analisis Hasil Simulasi

Perbedaan nilai antara *breast phantom* dengan kanker dan *breast phantom* tanpa kanker membuktikan bahwa antenna mampu mendeteksi keberadaan material tambahan yaitu kanker pada payudara. Hal ini dapat dilihat pada nilai S_{11} pada saat simulasi dan realisasi, dimana ketika semakin besar ukuran kanker maka nilai S_{11} akan semakin mendekati 0 dB. Ini terjadi dikarenakan material tambahan pada *breast phantom* yang mempengaruhi koefisien pantul pada antenna sehingga berpengaruh pada nilai S_{11} .

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari Tugas Akhir dengan judul “Perancangan Dan Realisasi Antena *Wearable* Pada Frekuensi 2,45 GHz Dengan Menggunakan Substrat *Pure Cotton* Untuk Sistem Pendeteksi Kanker Payudara” setelah dilakukan desain antenna, simulasi dengan *software CST Studio Suite* 2019, dan realisasi. Dapat diambil kesimpulan, yaitu:

1. Pada simulasi antenna dapat bekerja dengan baik pada frekuensi 2,45 GHz dan memiliki nilai S_{11} sebesar -22,557 dB, ini dikarenakan optimasi yang dilakukan sehingga antenna dapat memenuhi spesifikasi.
2. Antena yang telah di realisasi memiliki spesifikasi nilai S_{11} sebesar -19,232 dB pada frekuensi 2,467 GHz perubahan pada frekuensi ini dapat diakibatkan oleh perbedaan permitivitas relatif (ϵ_r) pada substrat antara simulasi dengan realisasi, terdapat *loss* pada kabel *coaxial probe*, dan dimensi antenna realisasi yang tidak persis dengan simulasi.
3. Penggunaan *inset feed* terbukti dapat meningkatkan nilai S_{11} dan metode *Defected Ground Structure* (DGS) terbukti dapat memperlebar *bandwidth* antenna.
4. Antena mampu mendeteksi keberadaan kanker pada payudara berdasarkan perubahan nilai S_{11} dengan menjadikan nilai S_{11} antenna menggunakan *breast phantom* tanpa kanker sebagai nilai acuan.
5. Semakin besar ukuran kanker maka nilai S_{11} akan semakin mendekati 0 dB, ini dikarenakan adanya perubahan koefisien pantul sehingga mempengaruhi nilai S_{11} .
6. Antena aman digunakan pada tubuh dikarenakan nilai SAR $\leq 1,6 \text{ W/kg}$.

REFERENSI

- [1] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, “Apa itu kanker?,” Feb. 05, 2019. <http://p2ptm.kemkes.go.id/infographic-p2ptm/penyakit-kanker-dan-kelainan-darah/apa-itu-kanker> (accessed Oct. 19, 2021).
- [2] *World Health Organization*, “Breast Cancer,” Mar. 26, 2021. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/breast-cancer> (accessed Oct. 19, 2021).
- [3] G. H. ARRAHMAH, B. S. Nugroho, and L. O. Nur, “PERANCANGAN DAN REALISASI WEARABLE ANTENNA UNTUK MENDETEKSI KANKER PAYUDARA,” vol. 6, pp. 4587–4593, Aug. 2019.
- [4] P. Angelia, L. Olivia Nur, and B. Setia Nugroho, “ANTENA MIKROSTRIP WEARABLE DENGAN DEFECTED GROUND STRUCTURE UNTUK DETEKSI KANKER PAYUDARA,” 2020.
- [5] Fawzy Alsharif and Çetin Kurnaz, *Wearable Microstrip Patch Ultra Wide Band Antenna for Breast Cancer Detection*. IEEE, 2018.
- [6] *World Health Organization*, “Cancer,” Nov. 23, 2021. https://www.who.int/health-topics/cancer#tab=tab_1 (accessed Nov. 23, 2021).
- [7] National Breast Cancer Foundation, “*BREAST CANCER ANATOMY* BREAST CANCER ANATOMY AND HOW BREAST CANCER STARTS AND HOW BREAST CANCER STARTS,” Nov. 30, 2021. <https://nbcf.org.au/about-breast-cancer/diagnosis/breast-cancer-anatomy/> (accessed Nov. 30, 2021).
- [8] P. Ajnadkar, M. Amin, V. Barapatre, P. Kanchan, and K. Rathod, “*Early Detection of Breast Cancer Using Microstrip Patch Antenna*,” Jul. 2021.
- [9] Faradila, B. Sumajudin, and T. Yuanita, “PERBANDINGAN METODE PENCATUAN INSET FEED DAN EMC (ELECTROMAGNETICALLY COUPLED) PADA ANTENA MIMO BERSLOT DUAL BAND,” *Telkom University*, vol. 6, pp. 4645–4650, Aug. 2019.
- [10] M. R. F. Nurdin, T. Yunita, and L. N. Olivia, “ANTENA TEKSTIL PATCH SEGI EMPAT 5.8 GHz PADA TUBUH UNTUK APLIKASI JARINGAN NIRKABEL AREA TUBUH,” vol. 5, no. 1, pp. 362–371, Mar. 2018.
- [11] R. Ortega-Palacios, L. Leija, A. Vera, and M. F. J. Cepeda, “*Measurement of breast - tumor phantom dielectric properties for microwave breast cancer treatment evaluation*,” Sep. 2010.