

Analisis Dan Perancangan Antena Ultra Wideband (Uwb) Patch Hexagonal Untuk Aplikasi Kesehatan

1st Fadhilah Zahrah
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

fadhilahzahrah@student.telkomuni-
versity.ac.id

2nd Aloysius Adya Pramudita
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

pramuditaadya@student.telkomuni-
versity.ac.id

3rd Harfan Hian Ryanu
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

harfanhian@student.telkomuni-
versity.ac.id

Abstrak—Teknologi Ultra wideband (UWB) berkembang pesat sebagai teknologi komunikasi jarak pendek dengan kecepatan transfer data yang tinggi. Dalam dunia telemedis teknologi UWB memanfaatkan bandwidth yang lebar. Salah satu penerapannya menggunakan antena sebagai pengirim sinyal untuk pemantauan kesehatan, durasi singkat dan kecepatan data tinggi dalam jumlah besar. Realisasi antena untuk aplikasi kesehatan menggunakan teknologi UWB dibutuhkan bandwidth sesuai kebutuhan dan diperlukan desain antena fleksibel agar dapat digunakan untuk menjaga kenyamanan pasien. Tugas akhir dilakukan perancangan serta simulasi antena dengan bandwidth yang lebar pada frekuensi UWB untuk aplikasi kesehatan. Pengaruh jarak antena dengan tubuh manusia, analisis nilai SAR yang rendah aman untuk tubuh. Dalam perancangan ini, pemodelan tubuh manusia digantikan model phantom terdiri dari beberapa lapisan. Hasil simulasi didapatkan antena UWB dengan fractional bandwidth >50% pada frekuensi 6.85 GHz kondisi off body yaitu, nilai VSWR 1.24, fractional bandwidth 56%, gain 3.505 dBi. Simulasi menggunakan pengujian phantom tangan nilai VSWR 1.39, fractional bandwidth 53%, gain 3.908 dBi, nilai SAR pada simulasi 1.4 W/Kg pada jarak 8 mm dari phantom, pengukuran antena kondisi biasa nilai VSWR 1.06, fractional bandwidth 52.86%, gain 3.505 dBi. Pengujian menggunakan phantom tangan nilai VSWR 1.01, fractional bandwidth 50.06%.

Kata kunci— antena wearable, ultra-wideband, phantom, hexagonal patch

I. PENDAHULUAN

Ilmu telekomunikasi terus mengalami perkembangan dan telah mempengaruhi beberapa aspek kehidupan manusia termasuk pada bidang kesehatan. Telemedis merupakan salah satu pengaplikasian teknologi telekomunikasi pada masyarakat di bidang kesehatan, yang bisa diartikan sebagai pelayanan teknologi dari jarak jauh [1]. Dan karenanya terbatasnya jumlah tenaga kesehatan di tempat-tempat tertentu, serta kurang baiknya fasilitas medis di daerah tertentu. Telemedis diharapkan dapat menjadi solusi dari permasalahan kurang meratanya jumlah rumah sakit dan tenaga kerja di suatu daerah,

Teknologi telemedis merupakan salah satu teknologi yang digunakan untuk pelayanan kesehatan dengan komunikasi wireless pada tubuh manusia atau Wireless Body

Area Networks (WBAN). Tujuan pengaplikasian WBAN adalah untuk memudahkan tenaga medis ataupun keluarga pasien untuk memantau kesehatan pasien secara real time [2]. Off-Body Centric merupakan perangkat WBAN yang dipasangkan untuk komunikasi jarak jauh. Antena yang dibutuhkan bersifat fleksibel dan ringan agar nyaman dipakai oleh pengguna, yaitu antena wearable.

Antena merupakan salah satu komponen dari teknologi aplikasi kesehatan wireless. Antena yang digunakan pada tugas akhir ini adalah antena printed monopole ultra wideband. Antena ini digunakan untuk sensor jarak dekat, jadi fokus utama pada sensor jarak dekat adalah lebar pita atau bandwidth, apabila bandwidth semakin lebar maka resolusi dari sinyal yang diambil akan semakin besar dan dapat mengambil data dengan lebih baik. Penggunaan wearable antena dapat dipasangkan pada pakaian atau langsung diletakkan di atas kulit manusia. Antena wearable memiliki beberapa keunggulan seperti ukuran yang kecil, ringan, fabrikasi yang mudah dan juga murah dan kemampuan untuk beroperasi pada rentang frekuensi yang cukup lebar [3]. Antena wearable juga memiliki kemampuan untuk dibengkokkan karena bahan substrat yang fleksibel.

Pada penelitian [4] telah dilakukan perancangan antena ultra wideband microstrip patch segi empat untuk aplikasi medis dengan menggunakan bahan FR-E Epoxy. Dari penelitian tersebut dihasilkan antena mikrostrip patch segi empat yang memiliki bandwidth 2.53 GHz atau fractional bandwidth 63.25%, nilai VSWR 1.281 pada frekuensi 1 GHz – 5 GHz. Pada penelitian [5] telah dilakukan perancangan dan analisis antena body centric untuk komunikasi WBAN pada range frekuensi 3.1-10.6 GHz. Dari penelitian tersebut dihasilkan antena yang bisa diaplikasikan untuk komunikasi WBAN dan bisa bekerja dalam rentang frekuensi UWB yang memiliki nilai VSWR < 2 dan gain positif pada frekuensi di atas 3.1 GHz. Pada penelitian [6] simulasi dilakukan dengan membandingkan kinerja antena menggunakan bahan felt, katun, denim dan fleece yang menunjukkan bahwa kinerja antena dioperasikan dengan baik dalam standar UWB dengan FCC (3.1-10.6 GHz) dengan bandwidth 500 MHz.

Tugas Akhir ini dirancang antena wearable ultra wideband dengan bahan material fleksibel substrat yang relatif tipis yaitu menggunakan bahan cordura dengan

menggunakan patch hexagonal. Antena ini akan diaplikasikan pada bidang kesehatan khususnya telemedis. Akan dilakukan pengujian antena dipasang di bagian pergelangan tangan dengan nilai SAR (Specific Absorption Rate) yang baik dan juga bandwidth yang lebar. Dan dilakukan pengujian fleksibilitas pada antena. Aspek yang dibahas ialah parameter return loss, VSWR, fractional bandwidth, gain, dan nilai SAR.

II. KAJIAN TEORI

A. Antena Printed Monopole

Antena *printed monopole* merupakan modifikasi antena mikrostrip yang strukturnya menyerupai antena *monopole*. Metode *printed monopole* sangat mendukung untuk operasi antena yang membutuhkan *bandwidth* lebar (*wide band*) dan *gain* yang cukup besar.

Alasan penggunaan antena *printed monopole* dikarenakan strukturnya yang sederhana, berukuran kecil dan biaya pembuatannya yang relatif lebih murah namun dapat menjanjikan lebih banyak peningkatan bandwidth dan gain antena dengan sifat radiasi yang lebih baik [7].

B. Ultra Wideband

Seiring dengan perkembangan teknologi, pengaplikasian *ultra wideband* dalam berbagai aspek kehidupan juga mulai berkembang. Aplikasi UWB tidak hanya digunakan untuk kepentingan militer namun digunakan juga untuk *wireless communication*, radar dan *medical engineering* [8]. UWB mulai menarik perhatian untuk bidang *medical engineering* karena memiliki beberapa keunggulan, diantaranya sinyal yang dikategorikan sebagai UWB memiliki *bandwidth* sinyal lebih lebar, mempunyai akurasi deteksi jangkauan yang tinggi [9]. Jangkauan operasi sistem komunikasi *ultrawideband* seperti pada *Industrial, Scientist and Medical (ISM)* pada frekuensi 2,45 GHz dan 5,8 GHz, Jaringan Area Tubuh Nirkabel (WBAN) di IEEE 802.15.6 standard [3], dan lembaga yang telah mengatur frekuensi UWB seperti *Federal Communications Commission (FCC)* pada rentang 3.1 GHz - 10.6 GHz dengan *fractional bandwidth* >50% atau dengan *bandwidth* lebih dari 500 MHz [10] akan dikategorikan sebagai sinyal *ultra wideband*. Dalam penelitian ini diharapkan antena *wearable ultra wideband* yang memiliki *fractional bandwidth* lebih dari 50% [11]:

Fractional bandwidth didefinisikan sebagai berikut :

$$B_f = \frac{f_h - f_l}{f_c} \times 100\% \quad (2.1)$$

Keterangan :

f_h = frekuensi maksimum

f_l = frekuensi minimum

f_c = frekuensi kerja

C. Wireless Body Area Network (WBAN)

WBAN adalah jaringan khusus yang dirancang untuk bekerja secara independen untuk menghubungkan berbagai sensor dan perangkat medis di dalam dan di luar tubuh manusia. Jaringan tersebut dari beberapa elemen yang harus dipastikan dapat beroperasi serta tahan terhadap gangguan. WBAN dikembangkan untuk aplikasi medis, militer dan olahraga, dan juga menarik perhatian akademisi dan industri [12]. Jaringan ini memungkinkan dokter untuk memantau

tanda-tanda vital pasien dari jarak jauh dan memberikan umpan balik untuk diagnosis dan saran medis.

D. Body Phantom

Phantom adalah pengganti model tubuh manusia yang digunakan pada saat simulasi. Beberapa jurnal penelitian mengenai antena *body centric* menyebutkan bahwa *phantom* yang digunakan adalah berbentuk balok yang memiliki dimensi berbeda-beda dan terdiri dari beberapa lapisan. Lapisan pada *phantom* mewakili lapisan tubuh manusia yang terdiri dari kulit, lemak, tulang, dan otot. Masing-masing lapisan memiliki tebal yang berbeda-beda. Karakteristik penting dari *phantom* adalah permitivitas dan konduktivitas lapisan tubuh manusia karena tubuh manusia adalah lossy medium, maka dari itu memperhatikan nilai permitivitas dan konduktivitas pada setiap lapisan tubuh sangat penting [13]. Tabel 2.1 berikut merupakan karakteristik dari kulit, lemak, tulang, dan otot yang digunakan untuk membentuk *body-phantom*.

TABEL 1 Komponen Penyusun Phantom

Lapisan	Permitivitas Relatif (ϵ_r)	konduktivitas (S/m)	Density (Kg/m)	Loss tangent
Kulit	34.215	4.6731	1090	0.3584
Lemak	4.8608	0.36327	930	0.19612
Otot	47.069	6.2663	1050	0.34935
Tulang	9.2311	1.4071	1920	0.4001

E. Spesific Absorption Rate (SAR)

SAR merupakan suatu ukuran dari jumlah energi elektromagnetik yang diserap oleh jaringan tubuh. SAR dapat dihitung dengan mengukur medan listrik pada jaringan yang distimulasi di sekitar perangkat. Nilai SAR dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$SAR = \frac{\sigma |E|^2}{\rho} \quad (2.2)$$

Merupakan σ konduktivitas elektrik bahan, E merupakan nilai magnitude vektor medan listrik dan ρ merupakan massa jenis dari jaringan. Satuan untuk SAR ialah Watt per Kilogram (W/Kg). Berdasarkan standar IEEE Std C95.1-2005, dalam 1 gram massa jaringan tubuh manusia, besar nilai SAR yang diperbolehkan adalah 1.6 W/Kg [14].

III. METODE

A. Desain dan Spesifikasi Antena

TABEL 1 Spesifikasi Antena

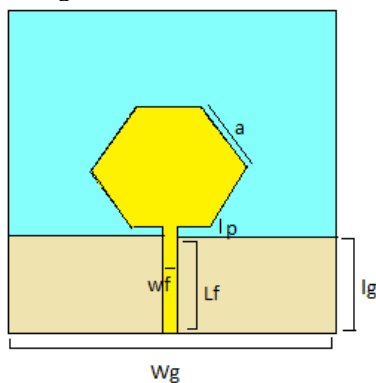
Parameter	Spesifikasi
<i>Bandwidth</i>	<i>Fractional Bandwidth</i> \geq 50%
Return Loss	\leq -10 dB
VSWR	\leq 2
Gain	\geq 1
SAR	\leq 1.6 W/kg

Antena *printed monopole ultrawideband* yang dirancang menggunakan bahan cordura sebagai substrat dan bahan copper tape sebagai patch dan groundplane, dan menggunakan bahan PVC untuk memodelkan GAP antar antenna dengan permukaan tubuh dengan karakteristik bahan pada Tabel 3 berikut.

TABEL 2 Karakteristik Bahan

Komponen	Bahan	Ketebalan	Permitivitas Relatif (ϵ_r)
Substrat	Cordura	$h = 0.5$ mm	1.6
Groundplane dan patch	Copper tape	$t = 0.1$ mm	-
GAP(jarak antena dengan phantom)	PVC	0.2 mm	3

B. Perancangan Antena



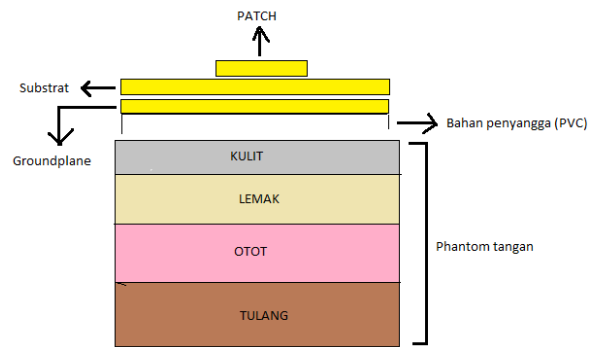
GAMBAR 1 Desain Antena

Tugas akhir ini menggunakan antena printed monopole untuk mendapatkan bandwidth lebar yaitu dengan memotong sebagian groundplane agar mendapat karakteristik ultra wideband.

TABEL 3 Dimensi Antena

NO	Keterangan	Parameter	Nilai (mm)
1	radius	c	15.5
2	panjang sisi patch hexagonal	a	18
3	jarak patch ke groundplane	p	1
4	lebar feedline	wf	2.9
5	panjang feedline	lf	18.75
6	panjang substrat	L	68
7	tebal patch dan groundplane	t	0.1
8	tebal substrat	h	0.5

C. Perancangan Simulasi Antena dengan Pengujian Phantom



GAMBAR 2 Perancangan antenna dengan Phantom tangan

Setelah melakukan simulasi maka bisa dilihat parameter antena dengan *phantom* pergelangan tangan sebagai berikut.

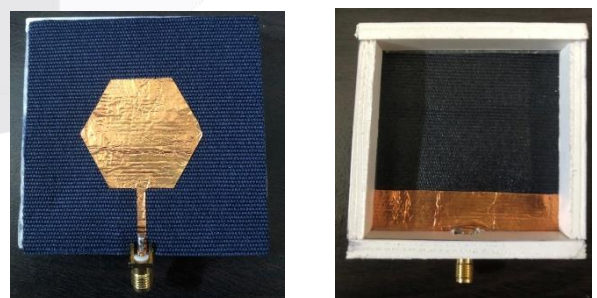
TABEL 4 Hasil simulasi antena dengan body phantom

Jarak (mm)	VSWR	Gain (dBi)	SAR (≤ 1.6 W/kg)	Fractional Bandwidth (%)
2	1.94	0.1729	3.8	73.24
5	1.76	5.271	2.3	58
8	1.39	6.854	1.4	54.64

Dari tabel 3.7 diatas dapat disimpulkan bahwa antena dapat bekerja pada frekuensi 6.85 GHz serta bisa bekerja dengan baik saat on body dengan phantom pergelangan tangan yaitu ketika jarak 8 mm, dari perbandingan tabel diatas semakin jauh jarak antara antena dan body phantom maka nilai VSWR dan nilai gain akan semakin maksimum. Sedangkan nilai SAR pada jarak >8 mm akan semakin mengecil yaitu 1.4 W/kg dengan nilai yang SAR tersebut sudah memenuhi spesifikasi

D. Realisasi Antena

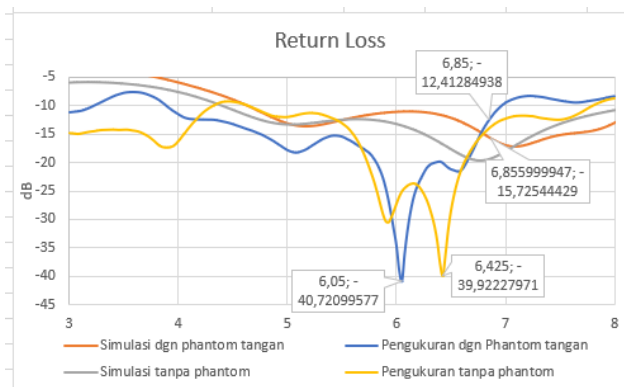
Realisasi antena dilakukan setelah melakukan perancangan dan simulasi pada software yang telah mendapatkan hasil sesuai dengan spesifikasi.



GAMBAR 3 Realisasi Antena

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengukuran *Return Loss* dan *Bandwidth*



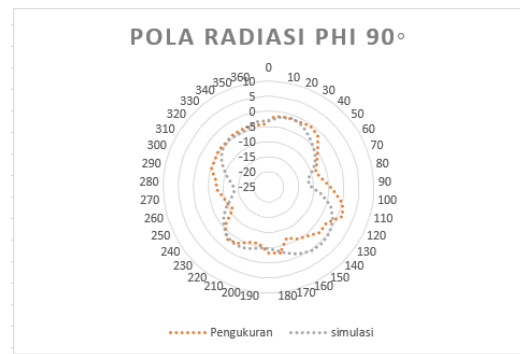
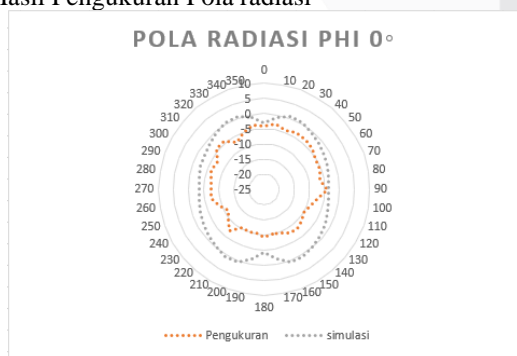
GAMBAR 4 Perbandingan Hasil Return Loss

Pada antenna simulasi kondisi off body nilai return loss yang dihasilkan yaitu sebesar -19.31 dB, VSWR 1.24 dengan fractional bandwidth 56% (3.85 GHz), sedangkan pada pengukuran frekuensi bergeser ke 6.42 GHz dan didapat nilai return loss yang dihasilkan yaitu -39.92 dB, VSWR 1.06, dengan fractional bandwidth sebesar 52.86% (3.48 GHz). Dari data tersebut bisa dilihat terjadinya pergeseran frekuensi antara simulasi dan pengukuran. Nilai return loss dan VSWR antenna simulasi kondisi on body phantom nilai return loss yang dihasilkan yaitu -15.72 dB, VSWR 1.39 dengan fractional bandwidth sebesar 53% (3.64 GHz), sedangkan pada pengukuran frekuensi bergeser ke 6.05 GHz saat on body phantom mendapat return loss sebesar -40.72 dB dan bandwidth sebesar 50.06% (3.06 GHz). Frekuensi, nilai return loss dan bandwidth yang dihasilkan pada antenna simulasi dan fabrikasi berbeda.

B. Hasil Pengukuran *Gain*

Gain yang dihasilkan setelah melakukan pengukuran selanjutnya dibandingkan dengan gain yang dihasilkan pada simulasi. Nilai gain hasil pengukuran berbeda dengan gain simulasi. Gain pengukuran yang didapatkan 3.505 dBi dan gain simulasi 3.772 dBi.

C. Hasil Pengukuran Pola radiasi



GAMBAR 5 Hasil Pengukuran Pola Radiasi

Hasil dari pengukuran mendapatkan pola radiasi dapat dilihat pada gambar 4.5 dan 4.6. pada simulasi pola radiasi bidang azimuth mendapatkan daya yang maksimum yaitu di sudut 60° dan daya yang paling minimum pada sudut 190°. Sedangkan pada pengukuran mendapat daya yang maksimum disudut 160° dan yang paling minimum yaitu pada sudut 270°. Pada simulasi pola radiasi bidang elevasi daya maksimum di sudut 130° dan daya minimum pada sudut 270°, sedangkan pada pengukuran mendapat daya maksimum pada sudut 70° serta daya minimum pada sudut 200°. Terdapat perbedaan nilai pola radiasi antara simulasi dan pengukuran ini disebabkan oleh faktor ketidaktepatan antara sudut yang diukur dengan data hasil yang ditampilkan pada VNA.

TABEL 4. 1 Perbandingan Hasil Pengukuran dan Simulasi

Parameter	Spesifikasi	Antena Simulasi	Pengukuran Antena
<i>Return Loss</i> (dB)	≤ -10 dB	-19.31 dB	-39.92 dB
<i>VSWR</i>	≤ 2	1.24	1.01
<i>Bandwidth</i> (fractional)	≥ 50%	56%	52.86
<i>Gain</i>	≥ 1	3.505 dBi	3.772 dBi

V. KESIMPULAN

Kesimpulan dari proses perancangan dan simulasi serta fabrikasi antenna uwb patch hexagonal untuk aplikasi kesehatan adalah sebagai berikut :

- A. Antena ultra wideband dengan menggunakan patch hexagonal pada menghasilkan fractional bandwidth yang sudah lebih dari 50% dan dapat bekerja pada frekuensi 6.85 GHz serta sudah memenuhi spesifikasi antenna.

- B. Antena dengan teknik printed monopole dengan pemotongan sebagian groundplane dapat meningkatkan bandwidth antena.
- C. Pada hasil simulasi antena fractional bandwidth yang diperoleh pada simulasi kondisi on body phantom adalah sebesar 53%, sedangkan pada pengukuran 50.06%.
- D. Phantom pengujian yang digunakan pada Tugas Akhir ini adalah phantom bagian pergelangan tangan, berdasarkan dari simulasi yang telah dilakukan maka SAR yang memenuhi spesifikasi apabila jarak antara antena dengan phantom ketika >8 mm. SAR yang dihasilkan pada jarak 8 mm adalah 1.4 W/Kg.

REFERENSI

- [1] Negra, R., Jemili, I., & Belghith, A. (2016). Wireless Body Area Networks: Applications and Technologies. *Procedia Computer Science*, 83, 12741281. <https://doi.org/10.1016/J.PR.OCS.2016.04.266>
- [2] Latha, R., & Vetrivelan, P. (2020). Wireless body area network (WBAN)-based telemedicine for emergency care. *Sensors (Switzerland)*, 20(7). <https://doi.org/10.3390/s20072153>
- [3] N. H. M. Rais, P. J. Soh, F. Malek, S. Ahmad, N. B. M. Hashim and P. S. Hall, "A review of wearable antenna," 2009 Loughborough Antennas & Propagation Conference, 2009, pp. 225-228, doi: 10.1109/LAPC.2009.5352373.
- [4] R. Retdiwalgi1, I. Achmad, A. Muayyadi, and M. Y. T. Wahyu, "Antena Ultra Wideband Mikrostrip Patch Segi Empat Untuk Aplikasi Medis Ultra Wideband Rectangular Patch Microstrip Antenna for Medical Applications," pp. 2-9, 2017.
- [5] Puji, N. H., & Wijanto, H. (n.d.).) *GHz Design And Realization Of Body Centric Antenna For WBANs Communication At Range Frequency (3.1-10.6) GHz*.
- [6] A. Amir, "Perancangan Antena Mikrostrip Ultra Wide Band Dengan Material Tekstil Untuk Aplikasi Wireless Body Area Networks," *Patria Artha Technol. J.*, vol. 3, no. 1, pp. 10-16, 2019, doi: 10.33857/patj.v3i1.222.
- [7] R. Zaker and A. Abdipour, "A Very Compact Ultrawideband Printed Omnidirectional Monopole Antenna," in *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 9, pp. 471-473, 2010, doi: 10.1109/LAWP.2010.2050852.
- [8] S. Gao, S. Xiao, D. Jin and B. Wang, "Wideband antenna for ultrawideband (UWB) body-centric wireless communications," 2010 IEEE International Conference on Ultra-Wideband, 2010, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICUWB.2010.5614291 [7] The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., "IEEE Standard for Ultrawideband Radar Definition," New York, 2007.
- [9] Y. Rahayu, T. A. Rahman, R. Ngah and P. S. Hall, "Ultra wideband technology and its applications," 2008 5th IFIP International Conference on Wireless and Optical Communications Networks (WOCN '08), 2008, pp. 1-5, doi: 10.1109/WOCN.2008.4542537.
- [10] The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., "IEEE Standard for Ultrawideband Radar Definition," New York, 2007.
- [11] "Antenna-Theory.com - Fractional Bandwidth." The Antenna Theory Website. <https://www.antenna-theory.com/definitions/fractionalBW.php> (accessed Aug. 1, 2022).
- [12] M. A. Hussain, M. N. Alam, and K. S. Kwak, "Directional MAC approach for wireless body area networks," *Sensors*, vol. 11, no. 1, pp. 771-784, 2011, doi: 10.3390/s110100771.
- [13] M. El Atrash, M. A. Abdalla and H. M. Elhennawy, "A Wearable DualBand Low Profile High Gain Low SAR Antenna AMC-Backed for WBAN Applications," in *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, vol. 67, no. 10, pp. 6378-6388, Oct. 2019, doi: 10.1109/TAP.2019.2923058.
- [14] S. K. Kamepally, B. P. Kumar, and C. S. Paidimarry, "FDTD estimation for accuratespecific absorption rate in tumor," 2013, doi: <https://doi.org/10.1109/AICERAICMiCR.2013.6575990>.