

**ID: 28**

## Perancangan Antena *Ultra-wideband* Monopol Planar dengan Struktur UC-EBG

### *Design of Monopole Planar Ultra-wideband Antenna with UC-EBG Structure*

**Muhammad Kinan Ibrahim<sup>1\*</sup>, Harfan Hian Ryanu<sup>2</sup>, Levy Olivia Nur<sup>3</sup>**

<sup>1\*,2,3</sup> Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Jl. Telekomunikasi No. 1,

Terusan Buah Batu – Bojongsoang, Bandung, Jawa Barat 40257

muhammadkinan@student.telkomuniversity.ac.id<sup>1\*</sup>,

harfanhr@telkomuniversity.ac.id<sup>2</sup>, levyolivia@telkomuniversity.ac.id<sup>3</sup>

**Abstrak** – Teknologi *Ultra-wideband* atau biasa dikenal *UWB* merupakan sebuah teknologi *wireless* yang digunakan untuk mengirim data pada tingkat di atas jarak pendek dengan menggunakan daya yang relatif kecil. Pengaplikasian *WBAN* menggunakan antena *wearable* karena memiliki bahan yang fleksibel dan cocok untuk teknologi *telemedis* serta memiliki banyak keunggulan seperti ukuran yang kecil, ringan, mampu bekerja pada frekuensi yang cukup lebar, dan pabrikan yang mudah serta membutuhkan biaya yang terjangkau. Dalam penelitian ini dilakukan perancangan antena *wearable* monopol planar patch heksagonal dengan frekuensi *ultra wide-band* rentang 3.1-10.6 GHz dan menggunakan bahan tekstil *Cordura Delinova 2000* untuk bagian substrat, *copper tape* untuk bahan konduktor *groundplane* dan patch. Ditambahkan metode *UC-EBG* pada perancangan antena monopol planar pada penelitian ini yang bertujuan untuk meningkatkan parameter antena, meningkatkan gain, dan mengurangi *back radiation*. Pada penelitian ini dilakukan analisis performansi pada antena dengan melakukan beberapa perubahan posisi *UC-EBG* untuk mendapatkan antena dengan spesifikasi paling baik. Setelah dilakukan simulasi dengan perhitungan yang ada, diperoleh hasil parameter antena yang ditinjau di frekuensi 5GHz dengan *Return Loss* sebesar -16.55, nilai *VSWR* sebesar 1.349, nilai gain sebesar 4.754 dBi, dan nilai *SAR* sebesar 1.277 W/Kg.

**Kata Kunci:** *Monopol Planar, Antena Wearable, Ultra-Wideband, UC-EBG.*

**Abstract** – *Ultra-wideband* technology or commonly known as *UWB* is a wireless technology that is used to transmit data at rates over short distances using relatively little power. The application of *WBAN* uses a wearable antenna because it has flexible materials and is suitable for *telemedicine* technology and has many advantages such as small size, lightweight, able to work on a fairly wide frequency, easy manufacturing and requires affordable costs. In this research, the design of a hexagonal planar patch wearable monopole antenna with an *ultra wide-band* frequency range of 3.1-10.6 GHz was carried out and used *Cordura Delinova 2000* textile material for the substrate, *copper tape* for the *groundplane* and patch conductors. The *UC-EBG* method is added to the planar monopole antenna design in this study which aims to increase the antenna parameters, increase gain, and reduce *back radiation*. In this study, performance analysis was carried out on the antenna by making several changes to the position of the *UC-EBG* to get the antenna with the best specifications. After performing the simulation with the existing calculations, the results of the antenna parameters that are reviewed at the 5GHz frequency are obtained with a *Return Loss* of -16.55, a *VSWR* value of 1.349, a gain value of 4.754 dBi, and a *SAR* value of 1.277 W/Kg.

**Keywords:** *Monopole Planar, Wearable Antenna, Ultra-Wideband, UC-EBG.*

### 1. Pendahuluan

Di era ini teknologi berkembang sangat pesat di masyarakat, dari teknologi terdahulu masyarakat masih menggunakan teknologi dengan kabel hingga saat ini teknologi *wireless*.

---

SENTER 2022, 17 November 2022, pp. 141-148

ISSN (p): 2985-4903

ISSN (e): 2986-2477



Teknologi wireless menjadi hal penting seiring berkembangnya sistem komunikasi wireless. Bahkan di lingkungan sekitar kita, dari kebutuhan peralatan rumah, gaya hidup, dan kesehatan tidak akan lepas dari teknologi komunikasi wireless. Teknologi komunikasi wireless saat ini banyak dimanfaatkan dalam pemantauan beberapa parameter pada wireless sensor network (WSN) yang terdiri dari beberapa sensor yang bertugas mengirimkan data melewati gelombang radio [1]. Wireless body area network (WBAN) merupakan cabang dari WSN yang secara khusus berkaitan dengan tubuh manusia [2]. Wireless body area network memiliki banyak pengembangan yang dapat memantau parameter penting dalam tubuh manusia yang berkaitan dengan kesehatan tubuh. WBAN juga dapat memberikan layanan pemantauan dari jarak jauh, diagnosis penyakit, dan lainnya [3]. WBAN kerap kali digunakan untuk mendapatkan beberapa data mengenai respirasi, denyut jantung, tekanan darah, temperatur tubuh, dan lainnya menggunakan perangkat chip sensor [4].

Wearable antenna memiliki banyak keunggulan dari berbagai aspek, seperti dimensinya yang kecil, bobotnya yang ringan, fabrikasi yang cukup mudah dan membutuhkan biaya yang terjangkau. Tidak hanya itu, wearable antenna juga mampu bekerja pada frekuensi yang cukup lebar [5]. Memiliki kemampuan untuk dibengkokkan dan terbuat dari bahan yang fleksibel dan tipis juga menjadi keunggulan wearable antenna. Dengan sifatnya yang fleksibel, antena akan menyesuaikan perubahan dari bentuk tubuh sehingga akan bekerja dengan baik dalam pengaplikasian WBAN.

Berdasarkan penelitian sebelumnya dilakukan perancangan dan realisasi *wearable antenna ultra-wideband* dengan *patch* triangular pada frekuensi 2.4 GHz untuk aplikasi kesehatan dengan metode defected ground structure. Dari hasil simulasi diperoleh bandwidth sebesar 1403.9 MHz dengan nilai VSWR 1.004 dan gain 2.355 dBi. Kemudian dilakukan simulasi menggunakan phantom pergelangan tangan didapatkan bandwidth dengan nilai 1354.1 MHz VSWR 1.36, gain 7.35 dBi, serta SAR 0.4 W/Kg pada jarak 30 mm dari *phantom*. Dari proses pengukuran diperoleh bandwidth sebesar 684.3 MHz dengan nilai VSWR 1.1045 dan gain 2.01 dBi. Kemudian dilakukan simulasi menggunakan *phantom* pergelangan tangan didapatkan bandwidth dengan nilai 615.2 MHz VSWR 1.4027, pada jarak 30 mm dari Phantom. Dari hasil simulasi, antena tersebut dapat dilakukan dengan frekuensi yang diinginkan.

Pada penelitian ini, akan dilakukan analisis pengaruh bending dari sebuah *wearable antenna ultra-wideband* yang bekerja pada rentang frekuensi 3.1-10.6 GHz dengan menggunakan bahan substrat yang fleksibel pada antena monopole planar dengan penambahan struktur UC-EBG guna meningkatkan parameter, nilai *gain*, dan mengurangi *back radiation*. Antena ini akan digunakan dalam pengaplikasian wireless body area network atau WBAN yang akan berguna dalam sektor kesehatan. Pengujian akan dilakukan pada area pergelangan tangan untuk aplikasi WBAN dengan nilai SAR (Specific Absorption Rate) yang sesuai dengan regulasi. Adapun parameter antena yang dibahas adalah gain, bandwidth, pola radiasi, dan VSWR.

## 2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini, struktur dari antena monopole planar konvensional yang diusulkan terdiri patch, substrat, dan groundplane. Antena pada penelitian ini nantinya akan digunakan pada tubuh, maka dari itu bahan substrat dan patch memiliki karakteristik tersendiri.

**Tabel 1.** Karakteristik Bahan

Komponen	Bahan	Permitivitas Relatif	Massa (Kg/m <sup>2</sup> )	Ketebalan (mm)
Substrat	Cordura Delinova 2000	1.6	0.370	0.5
Patch dan Groundplane	Copper Tape	-	-	0.1

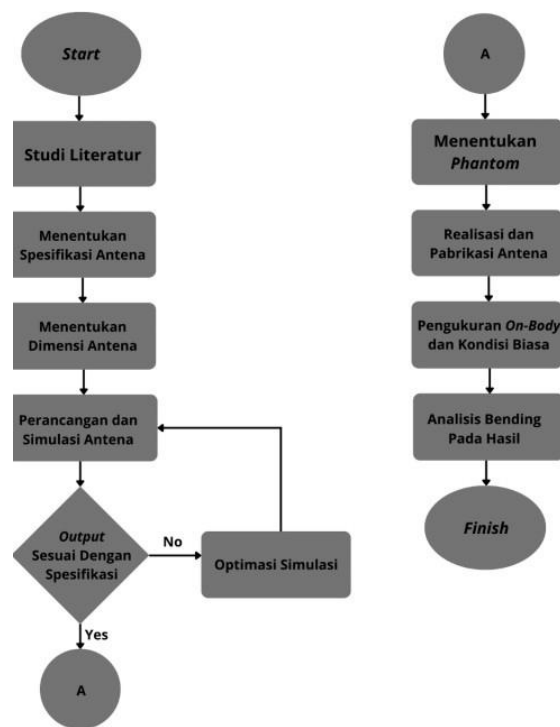
Pada penelitian ini, spesifikasi antenna *ultra-wideband* yang diinginkan berpacu pada nilai Specific Absorption Ratio (SAR) yang menjadi acuan referensi batas efek radiasi dari sebuah gelombang elektromagnetik yang baik untuk tubuh manusia. Adapun spesifikasi dari antenna yang dimaksudkan adalah:

Tabel 2. Spesifikasi Antena

Parameter	Spesifikasi
Frekuensi Kerja	3.1 – 10.6 GHz
Gain	≥ 1 dB
VSWR	1-2
Fractional Bandwidth	≥ 50%
SAR	≤ 1.6 W/Kg
Impedansi Input	51 .

2.1. Model dan Sistem Perancangan

Dilakukan perancangan antenna *wearable ultra-wideband* berjenis monopul planar. Berikut merupakan metode perancangan antenna dalam penelitian ini pada Gambar 1 dalam bentuk *flowchart*.



Gambar 1. Flowchart

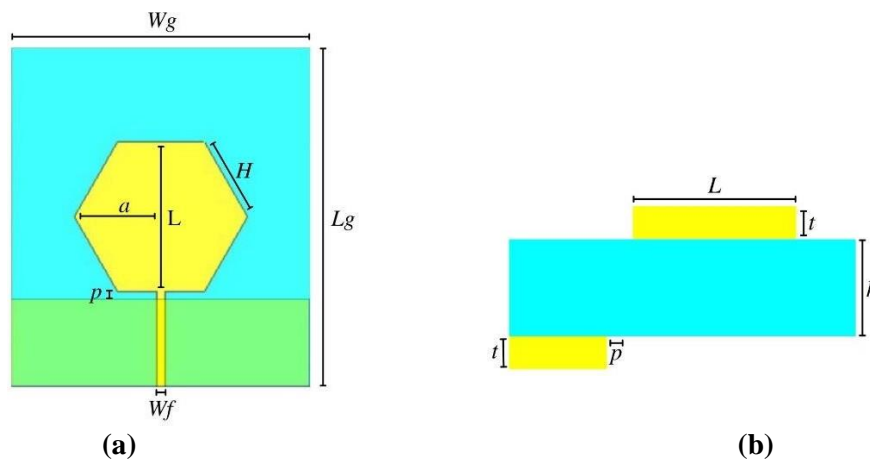
Untuk merealisasikan antenna *ultra-wideband* akan dilakukan beberapa tahap yang penting untuk menunjang proses perancangan. Hal pertama yang dilakukan adalah melaksanakan studi literatur terhadap topik yang diinginkan serta memahami teori dasar dan juga konsep dari antenna *ultra-wideband*. Tahap kedua yang harus dilakukan adalah menentukan spesifikasi dari antenna yang diinginkan. Parameter antenna yang dipilih adalah VSWR, *gain*, pola radiasi, dan *bandwidth*. Sesudah menentukan spesifikasi yang diinginkan dalam penelitian ini, dilakukan perhitungan yang dimaksudkan untuk menentukan dimensi yang diperlukan untuk proses simulasi antenna.

Setelah diperoleh dimensi yang diinginkan, tahap selanjutnya adalah melakukan rancang bangun dan simulasi dari *software 3d modeler*.

Akan dirancang sebuah antenna konvensional dan antenna dengan UC-EBG di beberapa posisi berbeda. Begitu proses simulasi mendapatkan hasil, harus dilakukan identifikasi spesifikasi, apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan atau belum memenuhi ekspektasi. Jika hasil simulasi belum mencapai spesifikasi, maka dilakukan optimasi yang dimaksudkan untuk mendapatkan parameter sesuai dengan ketentuan dengan merubah beberapa dimensi dari antenna yang dimaksud. Simulasi dikatakan tuntas, jika optimasi menghasilkan output yang sesuai denganspesifikasi.

**2.2. Perancangan Antena Tanpa UC-EBG**

Berikut merupakan antenna konvensional yang dirancang pada Gambar 2.



**Gambar 2.** (a) Struktur Antena Tampak Depan dan Belakang (b) Tampak Samping

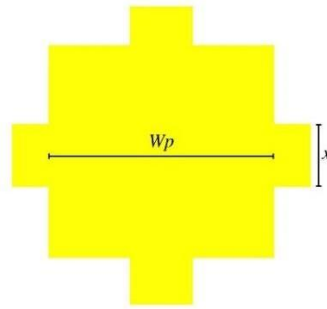
Hasil dimensi dari antenna yang terdapat pada Gambar 2 dirancang dengan perhitungan dan rumus dimensi sehingga menghasilkan parameter sebagai berikut:

**Tabel 3.** Dimensi Antena Tanpa UC-EBG

No	Parameter	Ukuran (mm)	Keterangan
1	a	11.25	Outer Radius
2	H	13	Lebar Patch
3	Wg	41.6	Lebar Groundplane
4	Lg	47.108	Tinggi Groundplane
5	Wf	1	Lebar Feedline
6	p	1	Jarak Groundplane dengan Patch
7	L	58	Tinggi Patch

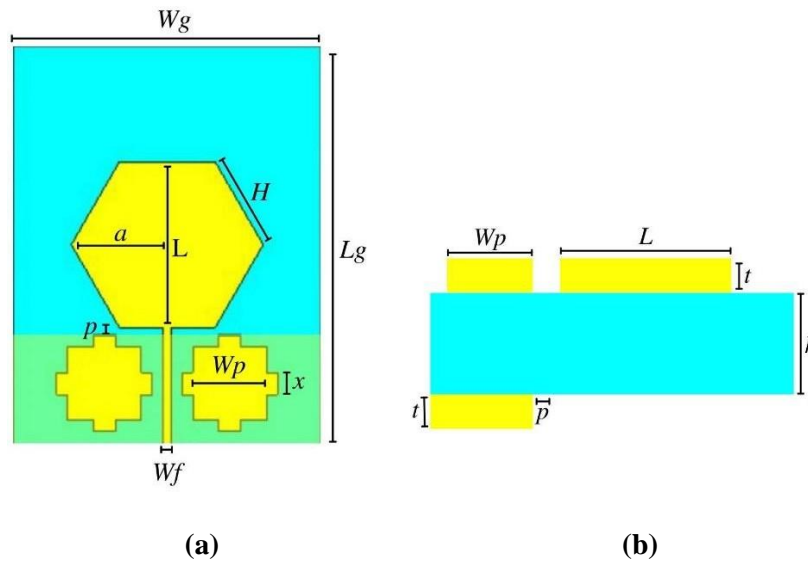
**2.3. Struktur Unitcell UC-EBG**

UC-EBG dikatakan dapat meningkatkan nilai *gain* dan mengurangi *back radiation*. Berikut merupakan rancangan struktur *unitcell* UC-EBG yang digunakan dalam penelitian ini dengan  $W_p$  merupakan lebar *unitcell* dan  $x$  merupakan lebar *gap*.



Gambar 3. Unitcell UC-EBG

2.4. Perancangan Antena Dengan UC-EBG Superstrate



Gambar 4. (a) Struktur Tampak Depan dan Belakang (b) Tampak Samping

Tabel 4. Dimensi Antena UC-EBG

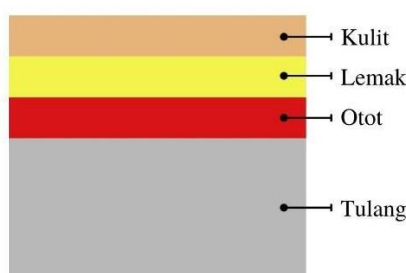
No	Parameter	Ukuran (mm)	Keterangan
1	a	11.25	Outer Radius
2	H	13	Lebar Patch
3	Wg	41.6	Lebar Groundplane
4	Lg	54.108	Tinggi Groundplane
5	Wf	1	Lebar Feedline
6	p	1	Jarak Groundplane dengan Patch
7	L	58	Tinggi Patch
8	Wp	10	Lebar Unitcell UC-EBG
9	x	3	Lebar Gap UC-EBG

### 2.5. Phantom

Pada penelitian ini menggunakan *phantom* pergelangan tangan untuk pengukuran nilai SAR seperti yang tertera pada tabel berikut[13]

**Tabel 4.** *electrical properties Phantom bone, muscle, skin, dan bone cortical*

Tissue	Permittivity	Density (km/m <sup>3</sup> )	Conductivity (S/m)
<i>Bone Cortical</i>	18.606	1920	0.78
<i>Muscle</i>	52.791	1050	1.705
<i>Skin</i>	38.063	1090	1.4407
<i>fat</i>	5.2853	930	0.10235



**Gambar 5.** *Phantom Tangan*

### 3. Hasil dan Pembahasan

Setelah merancang antenna konvensional tanpa struktur UC-EBG, dilakukan simulasi untuk mendapatkan parameter antenna seperti VSWR, return loss, bandwidth, gain, dan SAR dengan menggunakan *phantom* pergelangan tangan.

#### 3.1. Hasil Simulasi Antena Tanpa UC-EBG

Hasil parameter dari simulasi antenna konvensional tanpa struktur UC-EBG terdapat dalam tabel berikut.

**Tabel 5.** Hasil Simulasi Antena Konvensional di Frekuensi 3.5 GHz

Frekuensi (GHz)	Jarak (mm)	VSWR	Return Loss	Bandwidth (GHz)	Gain (dBi)	SAR (W/Kg)
3.5	45	1.662	-12.08	7.2337	2.967	1.5841

**Tabel 6.** Hasil Simulasi Antena Konvensional di Frekuensi 5 GHz

Frekuensi (GHz)	Jarak (mm)	VSWR	Return Loss	Bandwidth (GHz)	Gain (dBi)	SAR (W/Kg)
5	45	1.389	-15.75	7.2337	4.110	1.566

### 3.2. Hasil Simulasi Antena Dengan UC-EBG

Hasil parameter dari simulasi antena dengan struktur UC-EBG terdapat dalam tabel berikut.

**Tabel 7.** Hasil Simulasi Antena UC-EBG di Frekuensi 3.5 GHz

Frekuensi (GHz)	Jarak (mm)	VSWR	Return Loss	Bandwidth (GHz)	Gain (dBi)	SAR (W/Kg)
3.5	45	1.504	-13.911	7.32	3.345	1.356

**Tabel 8.** Hasil Simulasi Antena UC-EBG di Frekuensi 5 GHz

Frekuensi (GHz)	Jarak (mm)	VSWR	Return Loss	Bandwidth (GHz)	Gain (dBi)	SAR (W/Kg)
5	45	1.349	-16.55	7.32	4.754	1.277

## 4. Kesimpulan

Perancangan dan simulasi antena monopol planar *ultra-wideband patch* heksagonal dengan penambahan struktur UC-EBG telah dilaksanakan. Penambahan struktur UC-EBG pada antena dapat meningkatkan parameter antena serta mengurangi nilai SAR sebesar 0.2281 pada frekuensi 3.5 GHz dan pengurangan SAR sebesar 0.289 pada frekuensi 5 GHz. Dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini penambahan struktur UC-EBG pada antena monopol planar dapat meningkatkan nilai parameter antena dan dapat menjadi solusi untuk antena monopol planar *ultra-wideband* untuk aplikasi *wireless body area network*.

## Referensi

- [1] I Tomic, JA McCann. 2017. "A Survey of Potential Security Issues in Existing Wireless sensor network Protocols". IEEE Internet of things Journal (Volume: PP, Issue: 99)
- [2] Kiran, P Ahlawat. 2015. "A Review on Wireless body area network". IJSER Volume 3 Issue 6 pp 72-75
- [3] SMR Islam, et al. 2015. "The Internet of things for Health Care: A Comprehensive Survey". IEEE Access Volume 3 pp 678-708
- [4] D. P. Wulandari, H. Wijanto, and E. Edwar, "Design Of An Ultra Wideband Antenna For Noncontact Respiratory Monitoring," 2018, pp. 4–5.
- [5] A. Tariq, Vital Signs Monitoring using Doppler Radar and on-body Antennas. 2012.
- [6] Augustine, Robin. 2009. "Electromagnetic modeling of human tissues and its application on the interaction between antenna and human body in the BAN context". Universite – Paris–Est.
- [7] R. Retdiwalgi, A. Muayyadi, and Ali, *Antena Ultra Wideband Mikrostrip SegiEmpat untuk Aplikasi Medis*. Bandung, 2019.
- [8] K. P. Ray, "Design Aspects of Printed Monopole Antennas for Ultra-Wide Band Applications," Int. J. Antennas Propag., vol. 2008, pp. 1–8, 2008, doi: 10.1155/2008/713858.
- [9] Y. Manwal, S. Bisht, S. Kumari, S. Rai, and B. Chauhan, "Literature Review On Wearable Textile Antennas," pp. 35–39, 2016.
- [10] Susilawati, T. Yunita, and L. N. Olivia, "ANTENA MIKROSTRIP BAHANTEKSTIL PATCH SEGI EMPAT PADA FREKUENSI 5-6 GHz," vol. 5, no. 3, pp. 4597–4604, 2018

- [11] S. K. Kamepally, B. P. Kumar, and C. S. Paidimarry, "FDTD estimation for accurate specific absorption rate in tumor," 2013.
- [12] H. Hamouda, P. Le Thuc, R. Staraj, and G. Kossiavas, "Small antenna embedded in a wrist-watch for application in telemedicine," *8th Eur. Conf. Antennas Propagation, EuCAP2014*, no. EuCAP, pp. 876–879, 2014, doi: 10.1109/EuCAP.2014.6901902.
- [13] "An Internet resource for the calculation of the Dielectric Properties of Body Tissues in the frequency range 10 Hz - 100 GHz." <http://niremf.ifac.cnr.it/tissprop/>.
- [14] V. A. Ridho, S. B. Utomo and D. Setiabudi, "Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip 700MHz Model Patch Circular Dengan Metode Linear Array Sebagai Penerima TV Digital," *Elektronik Jurnal Arus Elektro Indonesia*, p. 5.
- [15] Monirujjaman Khan, Mohammad, "Antenna and Radio Channel Characterisation for Low-Power Personal and Body Area Networks", Thesis, United Kingdom : Queen Mary, University of London, February 2012.
- [16] K.P. Ray, "Design Aspects of Printed Monopole Antennas for Ultra-Wide Band Applications," *International Journal of Antennas and Propagations*, p. 8, 2008.
- [17] M. S. Alam, N. Misran, B. Yatim, and M. T. Islam, "Development of electromagnetic band gap structures in perspective of microstrip antenna design," *Int. J. Antennas Propag.*, vol. 2013, 2013, doi: 10.1155/2013/507158.
- [18] Cripps, Steve C. *Electromagnetic Band Gap Structures in Antenna Engineering*, (2009).