

Perancangan dan Implementasi Antena *Microstrip On-Body Transceiver Wireless Body Area Network (WBAN)* Pada Rentang Frekuensi *Ultra Wide Band* 5000 MHz – 6400 MHz Untuk Monitoring Kesehatan

1st Tirta Putra Lasmana
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

tirtalasmaaa@student.telkomuni-
ty.ac.id

2nd Miftadi Sudjai
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

miftadi@telkomuniversity.ac.id

3rd Levy Olivia Nur
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

levy.olivia@telkomuniversity.ac.id

Abstrak — Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengoptimasi sebuah wearable antenna pada rentang frekuensi *Ultra Wide Band (UWB)*. Dalam telemedis penting bagi dokter untuk memantau kondisi kesehatan pasien secara teratur, terutama dalam situasi di mana pasien tidak dapat bertemu dokter secara langsung. Teknologi *Wireless Body Area Network (WBAN)* digunakan sebagai solusi untuk melakukan *monitoring* kesehatan secara jarak jauh dan mengurangi penggunaan kabel yang mengganggu pasien. Berdasarkan permasalahan tersebut maka akan dibuat *wearable antenna* yang dirancang untuk masing-masing rentang frekuensi UWB 5000 MHz – 6400 MHz. Melalui proses perancangan, optimasi, simulasi, dan pengukuran, diperoleh beberapa kesimpulan. *Wearable antenna* yang dirancang menggunakan *substrate polyester* dan *copper tape* sebagai *patch* dan *groundplane*. Bentuk *patch* antenna mempengaruhi nilai *bandwidth* dan *gain* antenna. Simulasi dan pengukuran dilakukan dalam kondisi *off-body* dan *on-body*, dan terdapat pergeseran frekuensi antenna antara kedua kondisi tersebut. Hasil simulasi menunjukkan perbedaan antara antenna dalam kondisi *off-body* dan *on-body*, karena tubuh manusia berfungsi sebagai *reflector* saat antenna diletakkan pada tubuh. Nilai *Specific Absorption Rate (SAR)* pada antenna memenuhi standar yang ditetapkan, yaitu ≤ 1.6 W/kg.

Kata kunci— *Wearable Antenna, Monitoring, Ultra Wide Band.*

I. PENDAHULUAN

Dalam dunia telemedis, penting bagi dokter untuk mengawasi kesehatan pasien secara teratur. Namun, ada situasi di mana pasien tidak dapat bertemu langsung dengan dokter, terutama jika mereka berada di lokasi yang jauh. Selain itu, penggunaan banyak kabel dalam proses pemantauan kesehatan dapat membuat pasien merasa tidak nyaman. Oleh karena itu, berbagai teknologi telah dikembangkan untuk memberikan kemudahan bagi dokter dan pasien. Salah satu contohnya adalah teknologi *Wireless Body Area Network (WBAN)* [1].

Wireless Body Area Network (WBAN) adalah jaringan komunikasi yang terdiri dari sensor dan aktuator yang terhubung melalui sistem komputasi. Teknologi ini memungkinkan perangkat elektromagnetik terhubung dengan tubuh manusia dan memiliki beberapa rentang

frekuensi yang diizinkan, seperti rentang frekuensi *Ultra Wide Band (UWB)*.

Untuk mengaplikasikan teknologi WBAN, digunakan sebuah antenna yang disebut sebagai *wearable antenna*. Antena ini harus fleksibel agar dapat nyaman digunakan oleh pasien. Bahan tekstil menjadi pilihan yang baik untuk aplikasi di bidang telemedis karena sifatnya yang ringan, lembut, dan fleksibel. Sebagai contoh, antenna *microstrip* adalah model *wearable antenna* yang dapat diterapkan. Antena ini berbentuk planar dan dapat berfungsi pada frekuensi yang tinggi. Dengan ukuran yang kecil dan bobot yang ringan, antenna *microstrip* sangat cocok untuk digunakan oleh pasien.

Berangkat dari permasalahan ini, sebuah solusi dirancang dengan merancang sebuah *wearable antenna* yang membantu dokter untuk memantau kesehatan pasien secara fleksibel dan dari jarak jauh. Penggunaan antenna ini juga membantu mengurangi penggunaan kabel selama proses pemantauan. Antena dirancang menggunakan bahan tekstil berupa kain polyester sebagai bagian *substrate*, serta *copper tape* sebagai bahan konduktor pada bagian *patch* dan *groundplane*. Bahan-bahan ini dipilih karena bahan polyester adalah bahan umum yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari dan memiliki tekstur yang lembut dan fleksibel.

II. KAJIAN TEORI

A. Antena *Microstrip*

Antena *microstrip* merupakan sebuah antenna yang berbentuk plana yang berukuran tipis dan kecil. Antena *microstrip* terdiri dari 3 lapisan yaitu, *patch*, *substrate* dan *groundplane*. Saat membuat antenna *microstrip* perlu diperhatikan parameter yang digunakan, seperti: frekuensi kerja, konstanta dielektrik (ϵ_r), ketebalan dielektrik (h), dan ketebalan konduktor (t). Berikut rumus perhitungan dimensi antenna *microstrip* dengan *patch* berbentuk *circular* (1)-(7):

a. Jari-Jari *Patch*

$$F = \frac{8,791 \times 10^9}{fr\sqrt{\epsilon_r}} = 0.74 \text{ m} \quad (1)$$

$$a = \frac{F}{\{1 + \frac{2h+1}{\pi \epsilon_r F} \times \ln \frac{\pi F}{2h} + 1,7726\}^{0.5}} \quad (2)$$

b. Lebar *Ground Plane*

$$W_g = \pi a \quad (3)$$

c. Panjang *Ground Plane*

$$L_g = 6h + 2a \quad (4)$$

d. Lebar *Feed Line*

$$W_f = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0.39 - \frac{0.61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (5)$$

$$B = \frac{60 \pi^2}{z_0 \sqrt{\epsilon_r}} \quad (6)$$

e. Panjang *Feed Line*

$$L_f = \frac{\lambda_g}{4} \quad (7)$$

B. Parameter Antena

Antena memiliki sebuah parameter. Parameter antena diukur dalam dua hal, medan dekat dan medan jauh. Berikut merupakan beberapa parameter antena yang diukur.

1. VSWR (Voltage Standing Wave Ratio)

VSWR merupakan sebuah perbandingan antara gelombang datang dan gelombang pantul pada gelombang beridiri akibat tidak matchingnya saluran transmisi dengan beban.

2. Return Loss

Return loss adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui berapa banyak daya yang hilang pada beban dan tidak kembali sebagai pantulan. *Return loss* diakibatkan karena tidak *matchin*-nya saluran transmisi dengan beban.

3. Pola Radiasi

Pola radiasi adalah salah satu parameter yang menggambarkan bentuk dari sebuah gelombang elektromagnetik pada antena. Polaradiasi memiliki 3 jenis, yaitu polaradiasi *directional*, *omnidirectional* dan *isotropik*

4. Spesific Absortion Rate (SAR)

SAR didefinisikan sebagai tingkat di mana energi elektromagnetik RF diberikan kepada massa unit tubuh [6].

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

Ket :

SAR : *Specific Absorption Rate* (W/kg)

σ : Konduktivitas listrik (S/m)

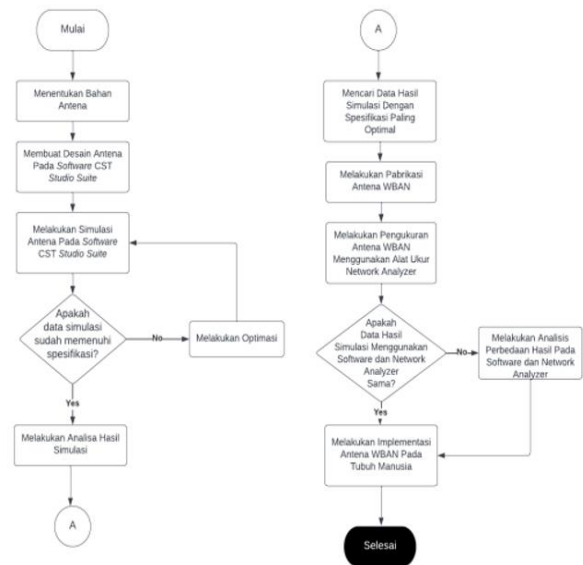
E : Besar medan listrik dalam vektor (rms)

ρ : Massa jenis material

III. METODE

A. Diagram Alir Pembuatan Antenna

Pada sub bab berikut menjelaskan perancangan mengenai diagram alir perancangan antena WBAN pada Gambar 1.



GAMBAR 1. Flowchart Pembuatan Antena WBAN

Diagram alir pada Gambar 1 diatas menunjukkan proses pembuatan antena *wireless body area networks* (WBAN) dari awal hingga akhir. Pada Tugas Akhir ini akan dibuat sebuah *wearable antenna* yang bekerja pada frekuensi Ultra Wide Band (UWB) dengan frekuensi kerja 5.7 GHz. *Wearable antenna* yang dibuat akan menggunakan bahan *polyester* sebagai *substrate* dan *copper tape* sebagai *patch* dan *groundplane*.

B. Spesifikasi Antena Frekuensi UWB

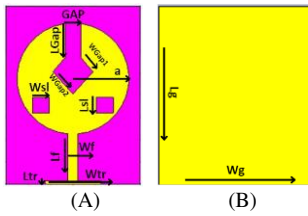
Sebelum dilakukan perancangan antena, diawali dengan penentuan spesifikasi antena. Antena yang dibuat kali ini adalah antena frekuensi UWB. Adapun spesifikasi yang telah ditentukan dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

TABEL 1 Spesifikasi Antena MBAN

Parameter	Rincian
Frekuensi kerja	5.7 GHz
Return loss	≤ -10 dB
VSWR	≤ 2
GAIN	> 3 dBi
Bandwidth	≥ 500 MHz
Polaradiasi	<i>Unidirectional</i>
SAR	≤ 1.6 W/kg

C. Perancangan Antena Frekuensi UWB

Dalam perancangan antena *wireless body area networks* (WBAN) pada frekuensi kerja *Ultra Wide Band* (UWB) ferkuensi 5.7 GHz menggunakan *software CST Studio Suite*. Perancangan dimulai dengan melakukan perhitungan, kemudian dari hasil perhitungan tersebut didapatkan desain sebuah antena *microstrip*. Setelah itu dilakukan beberapa kali optimasi agar mendapatkan hasil sesuai spesifikasi Tabel 1. Desain antena setelah optimasi dapat dilihat pada Gambar 2, dan ukuran antena dapat dilihat pada Tabel 2



GAMBAR 2

Desain Antena MBAN Setelah Optimasi Tampak Depan (A) dan Tampak Belakang (B)

TABEL 2

Spesifikasi Antena MBAN Setelah Optimasi

Parameter	Nilai (mm)	Keterangan
L_g	80	Panjang Groundplane
W_g	60	Lebar Groundplane
a	25	Jari – Jari Patch
W_f	4.5	Lebar Feedline
L_f	24	Panjang Feedline
t	0.035	Tebal Konduktor
h	0.38	Tebal Substrat
W_{tr}	25	Lebar Trunk
L_{tr}	1.5	Panjang Trunk
W_{sl}	7.5	Lebar Slot Persegi
L_{sl}	7	Panjang Slot Persegi
Gap	7	Gap Atas
L_{gap}	15.25	Panjang Gap Atas
W_{gap1}	8.51	Lebar Gap Atas
W_{gap2}	13.45	Lebar Gap Bawah

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

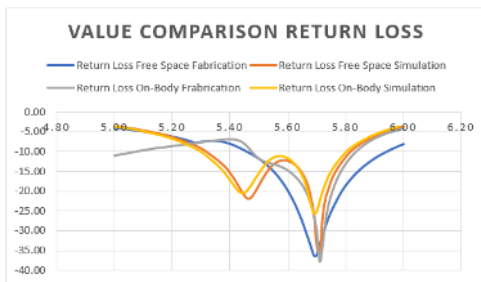
Setelah dilakukan simulasi menggunakan software CST Studio Suite. Maka langkah selanjutnya adalah implementasi antena UWB. Implementasi dilakukan secara manual, proses implementasi menggunakan kain polyester pada bagian substrate dan pada bagian patch dan groundplane menggunakan copper tape. Berikut merupakan hasil dari implementasi antena UWB.



GAMBAR 3

Desain Implementasi Antena UWB

A. Hasil Analisis Perbandingan Return Loss Menggunakan Software CST dan Alat Ukur Network Analyzer

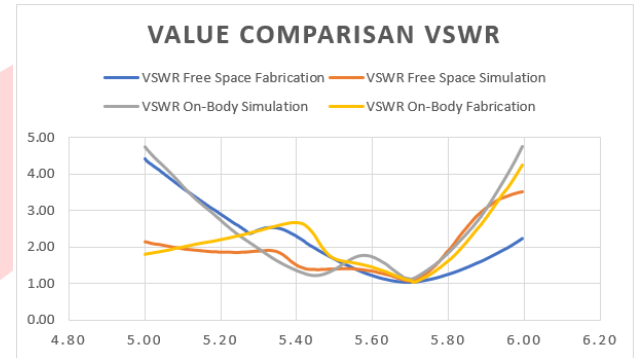


GAMBAR 4

Perbandingan Nilai Return Loss Antena UWB saat Kondisi Off-body dan On-Body Hasil Simulasi dan Pengukuran

Pada Gambar 4 didapatkan perbandingan nilai return loss hasil simulasi dan implementasi. Nilai return loss diukur dalam dua kondisi yaitu saat kondisi On-Body dan Off-Body. Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai return loss saat simulasi on-body sebesar -21.66 dB dan off-body sebesar -39.94 dB. Kemudian nilai return loss antena hasil implementasi saat on-body sebesar -30.38 dB dan off-body sebesar -36.14 dB

B. Hasil Analisis Perbandingan VSWR Menggunakan Software CST dan Alat Ukur Network Analyzer

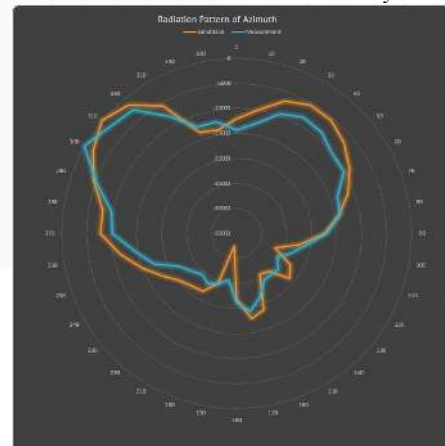


GAMBAR 5

Perbandingan Nilai VSWR Antena MBAN saat Kondisi Off-body dan On-Body Hasil Simulasi dan Pengukuran

Pada Gambar 5 didapatkan perbandingan nilai VSWR hasil simulasi dan implementasi. Nilai VSWR diukur dalam dua kondisi yaitu saat kondisi On-Body dan Off-Body. Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai VSWR saat simulasi on-body sebesar 1.17 dan off-body sebesar 1.02. Kemudian nilai VSWR antena hasil implementasi saat on-body sebesar 1.07 dan off-body sebesar 1.03

C. Hasil Analisis Perbandingan Medan Jauh Menggunakan Software CST dan Alat Ukur Network Analyzer



GAMBAR 6

Perbandingan Pola Radiasi Antena Hasil Simulasi dan Pengukuran

Pada Gambar 6 dapat dilihat hasil simulasi dan pengukuran pola radiasi. Dapat dilihat pada Gambar 6 terdapat hasil dari polaradiasi saat simulasi dan implementasi tidak berbeda terlalu jauh.

TABEL 3
Hasil Perbandingan Antena UWB Simulasi dan Implementasi

Parameter	Simulasi Free Space	Simulasi On-Body	Implementasi Off-body	Implementasi On-Body
Return loss	-39.94 dB	-36.14dB	-21.66 dB	-30.38 dB
VSWR	1.02	1.03	1.17	1.07
Bandwidth	519 MHz	1001 MHz	474 MHz	678 MHz
Gain	4.35 dBi	4.69 dBi	4.498 dBi	4.48 dBi
Polaradiasi	directional	directional	directional	directional
Polarisasi	Linear	Linear	Linear	Linear

V. KESIMPULAN

Secara keseluruhan, antenna *wireless body area network* pada rentang frekuensi UWB 5 – 6.4 GHz, dirancang dengan menggunakan substrat *polyester* dan *patch groundplane* terbuat dari *copper tape*. Bentuk patch sangat mempengaruhi nilai *bandwidth* dan *gain* antena. Simulasi dan pengukuran dilakukan dalam dua kondisi, *off-body* dan *on-body*, pada kondisi *on-body* menghasilkan pergeseran *peak* frekuensi antena. *Phantom* sebagai *reflector* dalam kondisi *on-body* meningkatkan *gain* tetapi menurunkan *VSWR* pada hasil simulasi. Selain itu, nilai *Specific Absorption Rate (SAR)* antena sudah memenuhi standar dengan batasan ≤ 1.6 W/kg.

REFERENSI

- [1] D. Rahmanda and Y. Rahayu, "Simulasi Antena Mikrostrip D-Shaped Dengan Pencatuan Microstrip Line Untuk Aplikasi Wireless Body Area Network (Wban) Pada Frekuensi 2.4 Ghz," Jom FTEKNIK, vol. 3, no. 2, pp. 1-9, 2016.
- [2] R. I. PURNAMA, Antena Mikrostrip Bahan Tekstil dengan Patch Logo Universitas Telkom Frekuensi 2,4 Ghz Untuk Komunikasi Wban, Bandung: Telkom University, 2022.
- [3] V. Wahane and Dr. P. V. Ingole, "A Survey: Wireless Body Area Network for Health Monitoring," American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS), vol. 31, no. 1, pp. 287 - 300, 2017.
- [4] I. M. Sudjai, M.Sc., Ph.D, Wireless Body Area Networks (WBAN), Bandung: Telkom University, 2023.
- [5] D. Almira, B. S. Nugroho and L. O. Nur, "Antena Wearable Patch Sirkular untuk Monitoring Kesehatan," e-Proceeding of Engineering, vol. 8, no. 2, pp. 1295 -1302, 2021.
- [6] N. T. Susyanto, T. Yunita and L. O. Nur, "Antena Mikrostrip Bahan Tekstil Frekuensi 2,45 Ghz untuk Aplikasi Telemedis," e-Proceeding of Engineering, vol. 5, no. 3, pp. 4589 - 4596, 2018.
- [7] D. R. Amran, Perancangan dan Realisasi Antena Tekstil untuk Aplikasi GPS pada Pekerja Tambang pada Frekuensi 1.575 GHz, Bandung: Telkom University, 2021.
- [8] C. A. Balanis, Antenna Theory Analysis And Design, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2005.