

Wearable Antenna Mikrostrip Untuk Aplikasi Teknologi 5G

1st Rizan Pradiya
 Fakultas Teknik Elektro
 Universitas Telkom
 Bandung, Indonesia

rizanpradiya@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Bambang Setia Nugroho
 Fakultas Teknik Elektro
 Universitas Telkom
 Bandung, Indonesia

bambangsetianugroho@telkomuniversit.y.ac.id

3rd Arif Abdul Aziz
 Fakultas Teknik Elektro
 Universitas Telkom
 Bandung, Indonesia

arifabdulaziz@telkomuniversity.ac.id

Abstrak - Dalam kehidupan sehari-hari, masih banyak masalah terkait penyebaran sinyal jarak jauh seperti Wi-Fi dan Bluetooth yang memiliki jangkauan terbatas sekitar 10 meter. Untuk mengatasi masalah ini, kami mengembangkan "Wearable Antenna Mikrostrip untuk Aplikasi Teknologi 5G" dengan menggunakan metode *inset-feed* pada frekuensi 3,5 GHz agar sesuai dengan standar teknologi 5G. Wearable antenna ini memiliki kekurangan, seperti *gain* yang rendah dan gelombang permukaan yang dapat mempengaruhi pola radiasi. Oleh karena itu, kami memperhatikan nilai *Specific Absorption Rate* (SAR) yang aman untuk tubuh manusia (1,6 W/kg) dan menggunakan pola radiasi *unidirectional* agar aman saat digunakan di tubuh manusia. Tujuan utama dari pengembangan antena ini adalah untuk mempermudah kehidupan sehari-hari manusia dengan ukuran yang lebih kecil, ringan, dan bisa dipasang pada pakaian. Pengujian dilakukan pada *wearable antenna* dengan frekuensi operasi 3,5 GHz dan memastikan nilai SAR tetap di bawah batas aman yaitu $\leq 1,6$ W/kg. Hasil pengujian menunjukkan nilai VSWR sebesar 1,4815, return loss -11,332 dB, bandwidth lebih dari 351,4 MHz, dan gain sebesar 3,098 dB.

Kata Kunci: Wearable, Antena, Mikrostrip, 5G

Abstract - In daily life, there are still many challenges related to the long-range signal transmission, such as Wi-Fi and Bluetooth, which have a limited range of around 10 meters. To address this issue, we have developed a "Wearable Microstrip Antenna for 5G Technology Applications" using the inset-feed method at a frequency of 3.5 GHz to align with the 5G technology standards. This usable microstrip antenna has drawbacks, such as low gain and surface waves that can affect radiation patterns. Therefore, we pay attention to the Specific Absorption Rate (SAR) values that are safe for the human body (1.6 W/kg) and employ a unidirectional radiation pattern to ensure safety when used on the human body. The primary objective of developing this antenna is to simplify human daily life with a smaller, lighter size that can be attached to clothing. Testing was conducted on the wearable antenna with an operating frequency of 3.5 GHz, ensuring that the SAR values remained below the safe limit of ≤ 1.6 W/kg. The test results revealed a VSWR value of 1.4815, a return loss of -11.332 dB, a bandwidth exceeding 351.4 MHz, and a gain of 3.098 dB.

Keywords: Wearable, Antena, Mikrostrip, 5G

I. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, masih banyak tantangan terkait penyebaran sinyal jarak jauh yang minim seperti Wi-Fi dan Bluetooth yang hanya memiliki jangkauan sekitar 10 meter. Sebagai solusi, sebuah proyek *Capstone Design* mengembangkan "Wearable Antenna Mikrostrip untuk Aplikasi Teknologi 5G" dengan menerapkan metode *inset-feed* pada frekuensi 3,5 GHz. Pada beberapa penelitian sebelumnya, telah tercipta antena mikrostrip untuk Wi-Fi pada frekuensi 2,4 GHz menggunakan metode *inset-feed*. Namun, *wearable antenna* mikrostrip ini memiliki kekurangan seperti *gain* yang rendah dan gelombang permukaan yang bisa mengganggu pola radiasi. Oleh karena itu, perhatian khusus diberikan pada nilai *Specific Absorption Rate* (SAR) yang aman bagi tubuh manusia (1,6 W/kg) dan penerapan pola radiasi *unidirectional* untuk memastikan keamanan pada tubuh manusia.

Tujuan utama dari *wearable antenna* ini adalah membuat kehidupan sehari-hari manusia menjadi lebih mudah dalam bentuk yang lebih kecil, ringan, dan bisa dipasang pada pakaian. Sebagai ilustrasi, antena yang bisa dipakai ini dapat membantu orang tua yang sakit terbaring di rumah dengan mendeteksi jika mereka terjatuh dan memberitahu keluarga yang tidak berada di rumah. Selain itu, antena yang bisa dipakai ini juga bisa digunakan oleh petugas Pemadam Kebakaran untuk berkomunikasi dengan lebih efisien dan mempercepat pekerjaan mereka.

Tujuan pembuatan "Wearable Antenna Mikrostrip untuk Aplikasi Teknologi 5G" bertujuan untuk mendesain antena mikrostrip yang dapat digunakan untuk aplikasi teknologi 5G dengan menerapkan metode pencatuan inset-feed. Selain itu, proyek ini mempertimbangkan beberapa *constraint* yang perlu dipenuhi dalam perancangan antena, seperti ukuran yang *compact*, memenuhi parameter teknologi 5G, dan menjaga keamanan penggunanya.

II. DASAR TEORI

A. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip (juga dikenal sebagai antena planar) adalah jenis antena yang terdiri dari konduktor logam yang terletak di atas atau di dalam bahan dielektrik. Antena ini telah banyak digunakan dalam berbagai aplikasi komunikasi dan elektronik, terutama dalam perangkat nirkabel, komunikasi satelit, perangkat ponsel, radar, dan

banyak lagi, karena sederhana dan juga lebih murah dan memiliki dimensi yang kecil.

Antena mikrostrip membutuhkan desain yang tepat untuk memenuhi persyaratan khusus dari aplikasi tertentu. Penggunaan yang semakin luas dalam perangkat nirkabel dan komunikasi modern menunjukkan pentingnya teknologi antena mikrostrip dalam mendukung kemajuan teknologi informasi dan komunikasi.

Konsep dari antena mikrostrip yaitu *patch* yang memancarkan di atas substrat, di bawah *patch* dan substrat terdapat *ground plane* yang berfungsi sebagai reflektor antena, pengertian mikrostrip antena di definisikan sebagai pemancaran. Pada dasarnya antena mempunyai 4 komponen yaitu bagian bawah berupa *ground plane* sebagai reflektornya, kemudian substrat sebagai media penyalur gelombang elektromagnetik menuju daerah dibawah *patch*, fungsi *patch* itu sendiri untuk memancarkan gelombang elektromagnetik, yang terakhir yaitu *feed line* sebagai saluran transmisi.

B. Wearable Antenna

Dalam perangkat *wearable*, ukuran dan bentuk merupakan faktor penting karena perangkat-perangkat ini umumnya kecil dan memiliki keterbatasan ruang untuk menyematkan antena tradisional. Oleh karena itu, *wearable antenna* sering kali dirancang agar kompak, ringan, dan dapat ditempatkan dengan efisien di dalam perangkat.

Teknologi yang digunakan untuk *wearable antenna* terus berkembang seiring dengan perkembangan teknologi *wearable* itu sendiri. Antena dapat ditempatkan di berbagai bagian seperti di dalam gelang, bingkai kacamata, tali jam tangan, atau bahkan dalam pakaian (seperti jaket atau kaos). Desain antena juga harus mempertimbangkan material dan lingkungan sekitar agar kinerjanya tetap optimal.

Tujuan dari *wearable antenna* pada *capstone design* ini untuk menciptakan antena yang dapat dipasang atau dikenakan pada tubuh manusia atau pakaian dengan tujuan tertentu.

C. Specific Absorption Rate (SAR)

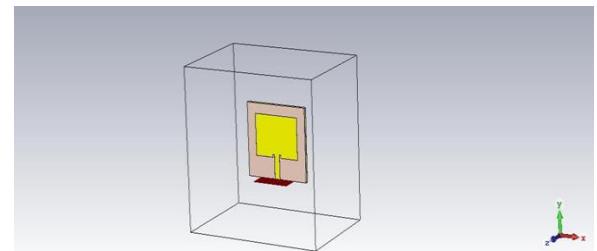
SAR adalah nilai energi yang diserap oleh tubuh saat terpapar frekuensi sinyal antena oleh medan elektromagnetik. SAR juga dapat dikatakan sebagai daya yang diserap per massa dari jaringan tubuh dengan satuan Watt per Kilogram (W/kg).

III. PERANCANGAN SISTEM

Pada implementasi, akan digunakan *software* simulasi yaitu CST Studio Suite untuk mendesain rancangan antena mikrostrip berdasarkan spesifikasi struktur antena pada Tabel 3.1, sehingga desain antena pada *software* seperti yang ada di Gambar 3.2.

TABEL 3. 1
Struktur antena

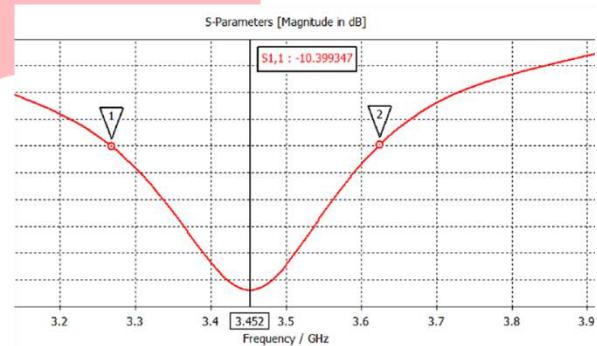
Ukuran patch	26,06x19,97 mm
Substrat	32,226x40,39 mm
Panjang feed	10,21 mm
Lebar feed	3,083 mm



GAMBAR 3. 1
Desain antena pada Software CST Studio Suite

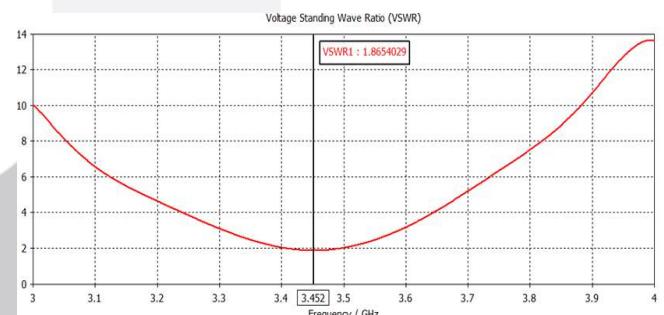
Berikut hasil simulasi dengan *software*:

A. Return Loss



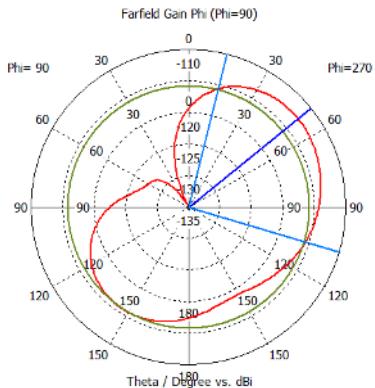
GAMBAR 3. 2
Hasil simulasi nilai Return Loss

B. VSWR



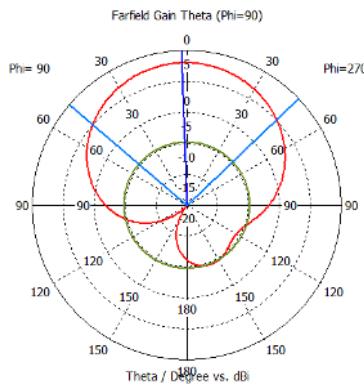
GAMBAR 3. 3
Hasil simulasi nilai VSWR

C. Pola Radiasi Sudut Azimuth (Φ)



GAMBAR 3.4
Sudut Azimuth (Φ)

D. Pola Radiasi Sudut Elevasi (Θ)



GAMBAR 3.5
Sudut Elevasi (Θ)

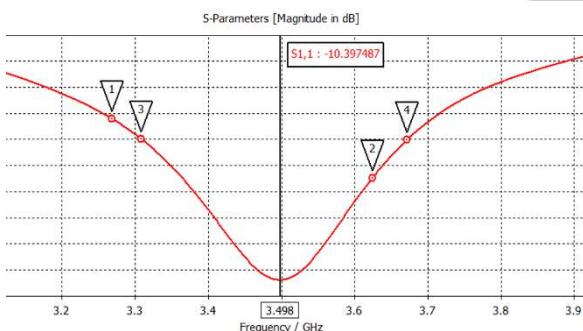
Lalu, melakukan optimasi dengan cara mengubah struktur antena (Tabel 3.2) untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal. Berikut hasilnya:

TABEL 3. 2
Struktur antena optimasi

Ukuran patch	25,7026x19,6961 mm
Substrat	31,78304x39,8361 mm
Panjang feed	10,07 mm
Lebar feed	3,04072 mm

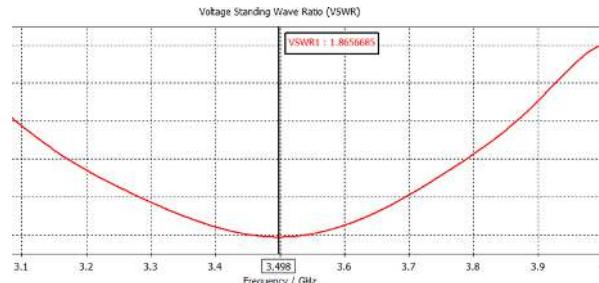
Berikut hasil simulasi dengan software:

E. Return Loss



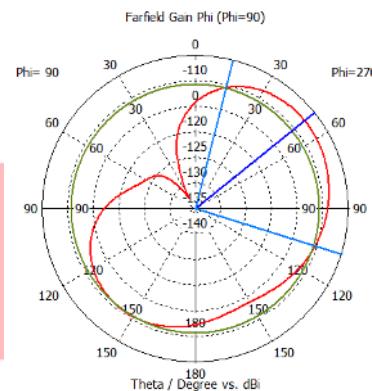
GAMBAR 3.6
Hasil simulasi nilai Return Loss optimasi

F. VSWR



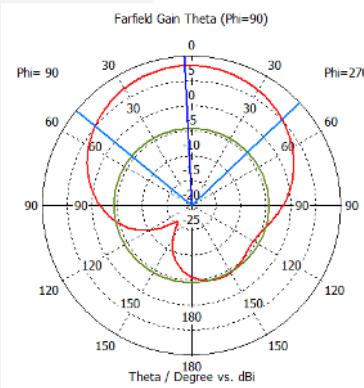
GAMBAR 3. 7
Hasil simulasi nilai VSWR optimasi

G. Pola Radiasi Sudut Azimuth (Φ)



GAMBAR 3.8
Sudut Azimuth (Φ) Optimasi

H. Pola Radiasi Sudut Elevasi (Θ)



GAMBAR 3. 9
Sudut Elevasi (Θ) Optimasi

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Akhir Integrasi Sistem

1. Hasil simulasi awal

Hasil simulasi antena dengan software CST STUDIO SUITE. Berikut hasil parameter antena mikrostrip yang sesuai dengan spesifikasi struktur yang diinginkan pada Tabel 3.3.

TABEL 3. 3
Hasil simulasi awal

Paramater	Spesifikasi
Frekuensi	3.452 GHz
Return Loss	-10.399347 dB
Bandwidth	356,5 MHz
VSWR	1.8654029
Gain	3.047 dB
Pola Radiasi	<i>Unidirectional</i>

Berdasarkan hasil simulasi, dapat dilihat di Tabel 4.2 bahwa beberapa parameter antena mikrostrip pada sub-sistem 1 telah memenuhi spesifikasi yang diinginkan, seperti return loss yang lebih rendah (≤ -10 dB), VSWR (<2) gain yang sesuai (>3 dB), dan pola radiasi *unidirectional* yang sesuai dengan kebutuhan dan juga parameter bandwidth yang sudah sesuai di kisaran 300-400 MHz. Namun, frekuensinya masih belum mendekati 3,5 GHz.

2. Hasil simulasi optimasi

Hasil simulasi antena dengan software CST STUDIO SUITE setelah dioptimasi. Berikut hasil parameter antena mikrostrip yang sesuai dengan spesifikasi struktur yang telah dioptimasi pada Tabel 3.4.

TABEL 3. 4
Hasil simulasi optimasi

Paramater	Spesifikasi
Frekuensi	3.498 GHz
Return Loss	-10.397487 dB
Bandwidth	363,2 MHz
VSWR	1.8656685
Gain	3.098 dB
Pola Radiasi	<i>Unidirectional</i>

Berdasarkan hasil simulasi, dapat dilihat di Tabel 4.4 bahwa beberapa parameter antena mikrostrip pada sub-sistem 2 telah memenuhi spesifikasi yang diinginkan, seperti return loss yang lebih rendah (≤ -10 dB), VSWR (<2) gain yang sesuai (>3 dB), dan pola radiasi *unidirectional* yang sesuai dengan kebutuhan dan juga parameter bandwidth yang sudah sesuai di kisaran 300-400 MHz[19]. Dan juga frekuensinya sudah mendekati 3,5 GHz yaitu 3,498 GHz.

V. KESIMPULAN

1. Antena mikrostrip adalah pilihan yang baik untuk antena yang dapat dipakai dalam aplikasi 5G. Karena ukurannya yang ringkas, ringan, dan biaya rendah.
2. Pada penelitian ini perancangan antena mikrostrip yang *wearable* pada frekuensi 3.5 GHz untuk mendukung teknologi 5G, dengan menggunakan teknik pencatuan atau metode *inset-feed*.
3. Dimensi antena yang digunakan berukuran kecil agar mudah dikenakan, pemenuhan parameter teknologi 5G agar antena dapat berfungsi dengan baik, serta keamanan pengguna agar antena aman untuk digunakan.
4. Hasil simulasi antena menggunakan *software*, yaitu didapat frekuensi 3.498 GHz lalu *return loss* -10.397487 dB, *bandwidth* 363,2 MHz, dan VSWR 1.8656685 dB.
Untuk meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan antena, dapat menggunakan bahan substrat yang memiliki sifat elastis, tahan air, dan tahan panas, seperti karet silikon, poliester, atau poliuretan.
5. Untuk meningkatkan *bandwidth* dan mengurangi mutual coupling antara elemen antena, dapat menggunakan teknik seperti slot, DGS (*Defected Ground Structure*), atau *proximity coupled feed line*.
6. Gunakan substrat tekstil. Substrat tekstil ringan, lembut, dan fleksibel menjadikannya ideal untuk antena yang dapat dikenakan. Substrat tekstil juga relatif murah, yang menjadikannya pilihan yang lebih hemat biaya daripada jenis media lainnya.
7. Untuk meningkatkan kualitas pengujian antena, dapat melakukan pengujian di Ruangan Nirgema (*Anechoic Chamber*).

REFERENSI

- [1] N. Sabrina, H. Wijanto, Zufli, Perancangan dan Realisasi Antena Mikrostrip Inset-Feed pada Frekuensi 2,4 Ghz untuk Aplikasi Wifi, e-proceeding of engineering: Vol.3, No.3, Desember 2016.
- [2] S. Salsabila, H. Hian Ryanu, and L. O. Nur, "ID: 34 Wearable Antenna Jenis Mikrostrip dengan Struktur Electromagnetic Band Gap (EBG) untuk Komunikasi Wireless pada Tubuh Wearable Microstrip Antenna Using Electromagnetic Band Gap (EBG) Structure for Body Wireless Communication," no. November 2021, pp. 267–276, 2021.
- [3] "Apa Itu Teknologi 5G? Cara Kerja hingga Manfaat bagi Pengguna." <https://teknologi.bisnis.com/read/20210520/101/1396206/apa-itu-teknologi-5g-cara-kerja-hingga-manfaat-bagi-pengguna> (accessed Jun. 10, 2023).
- [4] R. Tamrakar and A. Gupta, "A Review: extraction of solar cell modelling parameters," International Journal of Innovative Research in Electrical, Electronics, Instrumentation and Control Engineering, vol. 3, no. 5, May 2015. DOI: 10.17148/IJIREEICE.2015.3509.

- [5] F. S. Akbar and A. Saharani, "Rancang Bangun Antena Mikrostrip MIMO 4 Elemen Untuk Komunikasi 5G Pada Frekuensi Band N40," Emit. J. Tek. Elektro, vol. 22, no. 2, pp. 126–133, Aug. 2022, doi: 10.23917/emitor.v22i2.19491.
- [6] C. Andrieyani, B. Sumajudin, and T. Yunita, "Perbandingan Antena Mikrostrip Array Dual Band dengan Pencatuan Microstrip Line dan EMC (Electromagnetically Coupled)," e-Proceeding ofEngineering, vol. 6, no. 2, pp. 4625, Aug. 2019.
- [7] C. Balanis, dalam Antenna Theory Analysis and Design, Canada, A John Wiley & Sons, 2005, p. 817.
- [8] K. Tri Cahyani, L. Olivia Nur, and H. Hian Ryanu, "Perancangan Antena metamaterial patch circular untuk teknologi 5G Dengan CSRR PADA Frekuensi 3.5 ghz," ALINIER: Journal of Artificial Intelligence & Applications, vol. 4, no. 1, 2023.
doi:10.36040/alinier.v4i1.6029