



ANNOUNCEMENTS



Title : Journal of Informatics And Telecommunication Engineering

Initial : JITE

Frequency: 2 issues per year (July and January)

DOI : <https://doi.org/10.31289/jite>

ISSN : ISSN:2549-6247 (Print) ISSN: 2549-6255 (Online) 

Editor-in-Chief : Assoc. Prof. Muhathir

Publisher : Informatics Study Program, Faculty of Engineering, Universitas Medan Ares, Indonesia

Address : Jalan Kalam Nomor 1 Medan Estate, Indonesia

Email : jite@uma.ac.id | muhathir@staff.uma.ac.id

JITE (Journal of Informatics And Telecommunication Engineering); It is a peer reviewed journal in the field of informatics. This journal is published 2 months of the year (July and January) by informatics study program, Faculty of Engineering, University of Medan Ares, Indonesia. Manuscripts submitted by the author are blindly reviewed. The accepted writings were published online. JITE publishes original papers in the field of: Informatics: Big Data & Data Mining, Image Processing & Computer Vision, Mobile Software Engineering, Pattern Recognition, etc. Telecommunication Engineering: Networking and Telecommunication System, Wireless Ad-Hoc and Sensor Network, Cognitive Radio, Cooperative Communication, Information Theory, Software Defined Networking, etc. Electrical Engineering: Embedded System, Robotics, Internet of Things, Digital Signal Processing (DSP), Electronic Control System, Control Theory and Application, Control Engineering

JITE

Journal Of Informatics And Telecommunication Engineering

CALL FOR PAPER & REVIEWER

OPEN JURNAL SYSTEM

PAPER PUBLICATION EDITION

VOL. 5 No. 2 PUBLISHED IN JANUARY 2022

VOL. 6 No 1 PUBLISHED IN JULY 2022

Informatics :
Big Data & Data Mining, Image Processing & Computer Vision, Mobile Software Engineering, Pattern Recognition, etc.

Telecommunication Engineering :
Networking and Telecommunication System, Wireless Ad-Hoc and Sensor Network, Cognitive Radio, Cooperative Communication, information theory, Software Defined Networking, etc.

Electrical Engineering :
Embedded System, Robotics, Internet Of Things, Digital Signal Processing (DSP), Electronic Control System, Control Theory and Application, Control Engineering.



SCAN ME



DEADLINE SUBMISSION :
VOL. 5 No. 2 END OF 31 NOVEMBER 2021
VOL. 6 No 1 END OF 30 MAY 2022

CONTACT :
0823-6965-9185

Indexed by : ojs.uma.ac.id/index.php/jite





CURRENT ISSUE

Vol. 8 No. 1 (2024): Issues July 2024

PUBLISHED: Jul 31, 2024

Articles

Enhanced Bandwidth Rectangular U-Slot Microstrip Antenna at 26 GHz for mmWave 5G

Author(s): Fitri Amillia, Muryono Mulyono

11-10

27 29

PDF

SIMPEDAK: Mobile-based Active Blood Donor Information

Author(s): [Muhammad Zamroni Uska](#) , [Rasyid Hardi Wirasasmita](#) , [Yosi Nur Kholisho](#) , Muhammad Yusron Suryadiy

11-20

32 17

PDF

5G Implementation using Software Defined Radio (SDR)

Author(s): Ishak Ginting, Tody Ariefianto Wibowo, Mohamad Fajar Mahardika, Alfin Hikmaturokhman

21-32

23 14

PDF

Machine Learning-Driven Detection of Malicious URL: Comparative Analysis of Random Forest and SVMs

Author(s): Hikmah Adwin Adam, Shaquil Fathza Nasution, Rikky Rifaldo Simanungkalit, Ikhsan Hafid Diansyah

33-42

48 29

PDF

EVALUATION OF STUDENTS' E-LEARNING LEARNING OUTCOMES USING THE COURSE COMPLETION METHOD

Author(s): Lemaknun maknun Lemaknun, M.Taufik Rahmatullah, Mukren Rori

43-49

19 14

PDF

Improving 2100 MHz Cellular Connectivity in Wonokerso, Sragen: Comprehensive Insights from MIMO Antenna Variation Analysis

Author(s): Muhammad Raihan Muzzaki, Dila Ayudya Ayudya, Dinda Roshmalia Nur Afifah, Ebeneser Pinem, Egie M. Syahbana, Alfin Hikmaturokhman, Hasansih Putri

50-61

17 11

PDF

4G Network Design and Performance Evaluation in Kroya, Cilacap: A Comparative Study of 700 MHz SU-MIMO and MU-MIMO

Author(s): Novita Ayu Isaeni, Edin Hedina Burhari, Ahmad Ariensyah, Esra Andio Kaban, Prasetyo Adi Wibowo, Alfin Hikmaturokhman, Subuh Pramono

62-74

18 11

PDF

Automated Detection of Ancient Indonesian Coins for Historical Numismatic Investigations

Author(s): Rosalina Rosalina

75-82



PDF

Analysis of Student Satisfaction Levels with Computer Laboratory Services with a Fuzzy Service Quality Approach

Author(s): Elvira Diana, Reni Kurniah

83-94

24 19

PDF

Comparison of ARIMA and LSTM Models in Stock Price Forecasting: A Case Study of GOTO.JK

Author(s): Hikmah Adwin Adam, Farhan Raditiansyah, Muhammad Rayyan Imari, Mohammad Faris Fawwaz, Julham Julham, Arif Ridho Lubis

94-105

66 36

PDF

High Gain Plannar Series Array 8x2 Element Microstrip Antenna Using Spiral Stub For 5G Communication System

Author(s): Suryadi, Syah Alam , Indra Surjati, Yuli Kurnia Kingsih

106-119

17 11

PDF

Analyzing Food Prices in North Sumatra Province in 2022 – 2024 Using the Linear Regression Method

Author(s): Sharfina Faza, Muhammad Firjatullah, Muhammad Fauzan Azhar, Reilly Artha Hidayatullah, Arif Ridho Lubis

120-128

31 30

PDF

[VIEW ALL ISSUES](#) >

FOCUS AND SCOPE JOURNAL

AUTHOR GUIDELINES

EDITORIAL TEAM

VISITOR STATISTIC

CONTACT US

REVIEWER

AUTHOR FEE

PUBLICATION ETHICS

PLAGIARISM POLICY

CALL FOR EDITOR/REVIEWER





Accredited
SINTA 3



iji RELAWAN
JURNAL INDONESIA

**We are
Crossref**

Member



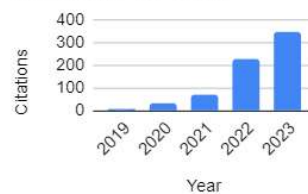
178 Today Pageviews



Citation Google Scholar : Sheet1

	Semua	Sejak 2019				https://schol
Kutipan	1324	1307				https://schol
indeks-h	18	18				
Sheet1						> <

Citations vs Year



Universitas
Medan Area

OFFICIAL WEBSITE OF
UMA OPEN ACCESS JOURNALS

The UMA Open Access Journals provides quality journal publication services to documenting and preserving scientific article from the results of your research.



☎ Phone. 082369659185

✉ Mail. jite@uma.ac.id

🌐 Web. <https://ojs.uma.ac.id/index.php/jite>

INFORMATION

[For Authors](#)

[For Readers](#)

[For Librarians](#)

SHARE & FOLLOW





Vol. 8 No. 1 (2024): Issues July 2024

PUBLISHED: Jul 31, 2024

ISSUE DOI: [10.31289/jite.v8i1](https://doi.org/10.31289/jite.v8i1)

ARTICLES

Enhanced Bandwidth Rectangular U-Slot Microstrip Antenna at 26 GHz for mmWave 5G

Author's: Fitri Amillia, Mulyono Mulyono

1-10

DOI: [10.31289/jite.v8i1.12099](https://doi.org/10.31289/jite.v8i1.12099)

Citations { ? 27 29

PDF

SIMPEDAK: Mobile-based Active Blood Donor Information

Author's: [Muhammad Zamroni Uska](#) , [Rasyid Hardi Wirasasmita](#) , [Yosi Nur Kholisho](#) , Muhammad Yusron Suryadiy

11-20

DOI: [10.31289/jite.v8i1.12047](https://doi.org/10.31289/jite.v8i1.12047)

Citations { ? 32 17

PDF

5G Implementation using Software Defined Radio (SDR)

Author's: Ishak Ginting, Tody Ariefianto Wibowo, Mohamad Fajar Mahardika, Alfin Hikmaturokhman

21-32

DOI: [10.31289/jite.v8i1.11967](https://doi.org/10.31289/jite.v8i1.11967)

Citations { ? 23 14

PDF

Machine Learning-Driven Detection of Malicious URL: Comparative Analysis of Random Forest and SVMs

Author's: Hikmah Adwin Adm, Shaquil Fathza Asution, Rikky Rifaldo Simanungkalit, Ikhsan Hafid Diansyah

33-42

DOI: [10.31289/jite.v8i1.11844](https://doi.org/10.31289/jite.v8i1.11844)

Citations { ? 48 29

PDF

EVALUATION OF STUDENTS' E-LEARNING LEARNING OUTCOMES USING THE COURSE COMPLETION METHOD

Author's: Lemaknun maknun Lemaknun, M.Taufik Rahmatullah, Mukran Roni

43-49

DOI: [10.31289/jite.v8i1.11639](https://doi.org/10.31289/jite.v8i1.11639)

Citations { ? 19 14

PDF

Improving 2100 MHz Cellular Connectivity in Wonokerso, Sragen: Comprehensive Insights from MIMO Antenna Variation Analysis

Author's: Muhammad Raihan Muzzaki, Dila Ayudya Ayudya, Dinda Rosmahlia Nur Afifah, Ebeneser Pinem, Egia M. Syahbana, Alfin Hikmaturokhman, Hasanah Putri

50-64

DOI: [10.31289/jite.v8i1.11340](https://doi.org/10.31289/jite.v8i1.11340)

Citations { ? 17 11



4G Network Design and Performance Evaluation in Kroya, Cilacap: A Comparative Study of 700 MHz SU-MIMO and MU-MIMO

Author's: Kovita Ayu Isnani, Elin Herlina Buchari, Ahmad Ariansyah, Esra Andio Kaban, Prasetyo Adi Wibowo, Alfin Hikmaturokhman, Subuh Pramono
62-74

DOI: [10.31289/jite.v8i1.11339](https://doi.org/10.31289/jite.v8i1.11339)

Citations ? 18 11



Automated Detection of Ancient Indonesian Coins for Historical Numismatic Investigations

Author's: Rosalina Rosalina
75-82

DOI: [10.31289/jite.v8i1.11241](https://doi.org/10.31289/jite.v8i1.11241)

Citations ? 10 9



Analysis of Student Satisfaction Levels with Computer Laboratory Services with a Fuzzy Service Quality Approach

Author's: Elviza Diana, Reni Kurniah
83-94

DOI: [10.31289/jite.v8i1.10762](https://doi.org/10.31289/jite.v8i1.10762)

Citations ? 24 19



Comparison of ARIMA and LSTM Models in Stock Price Forecasting: A Case Study of GOTO.JK

Author's: Hikmah Adwin Adam, Farhan Raditiansyah, Muhammad Rayyar Imani, Mohammad Faris Fawwez, Lulham Lulham, Arif Ridho Lubis
94-105

DOI: [10.31289/jite.v8i1.11841](https://doi.org/10.31289/jite.v8i1.11841)

Citations ? 66 36



High Gain Plannar Series Array 8x2 Element Microstrip Antenna Using Spiral Stub For 5G Communication System

Author's: Suryadi, Syah Alam , Indra Sugesti, Yuli Kurnia Ningsih
106-119

DOI: [10.31289/jite.v8i1.11267](https://doi.org/10.31289/jite.v8i1.11267)

Citations ? 17 11



Analyzing Food Prices in North Sumatra Province in 2022 – 2024 Using the Linear Regression Method

Author's: Sharifia Faza, Muhammad Firdatullah, Muhammad Fauzan Azhar, Ratly Artha Hidayatullah, Arif Ridho Lubis
120-128

DOI: [10.31289/jite.v8i1.11788](https://doi.org/10.31289/jite.v8i1.11788)

Citations ? 31 30



FOCUS AND SCOPE JOURNAL

AUTHOR GUIDELINES

EDITORIAL TEAM

VISITOR STATISTIC

CONTACT US

REVIEWER

AUTHOR FEE

PUBLICATION ETHICS

PLAGIARISM POLICY



Accredited

SINTA 3



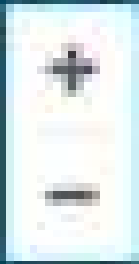
iji RELAWAN
JURNAL INDONESIA

**We are
Crossref**

Member



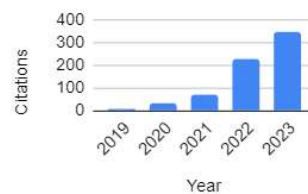
175 Today Pageviews



Citation Google Scholar : Sheet1

	Semua	Sejak 2019				https://schol
Kutipan	1324	1307				https://schol
indeks-h	18	18				
Sheet1						

Citations vs Year



Universitas
Medan Area

OFFICIAL WEBSITE OF
UMA OPEN ACCESS JOURNALS

The UMA Open Access Journals provides quality journal publication services to documenting and preserving scientific article from the results of your research.



☎ Phone. 082369659185

✉ Mail. jite@uma.ac.id

🌐 Web. <https://ojs.uma.ac.id/index.php/jite>

INFORMATION

[For Authors](#)

[For Readers](#)

[For Librarians](#)

SHARE & FOLLOW



Editorial Team

Editor In Chief

Assoc. Prof. Muhathir, (Scopus ID = [57209910152](#)) : Universitas Medan Area, Indonesia

Manager Editor

Assoc. Prof. Arief Goeritno, (Scopus ID = [57194647547](#)) : Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Ibn Khaldun Bogor, Indonesia

Dr. Ali Ibrahim, S.Kom, M.T, (Scopus ID = [57203129436](#)) : Program Sistem Informasi, Fakultas Ilmu Komputer Universitas Sriwijaya

Dr. J.N.V.R. Swarup Kumar, (Scopus ID = [57868262900](#)) : GITAM Demeed to be University, Visakhapatnam, India

Irwan Prasetya Gunawan, Ph.D, (Scopus ID = [6602701831](#)) : Department of Informatics, Faculty of Engineering and Computer Science, Universitas Bakrie, Indonesia

Prof. Mehdi Gheisari,(Scopus ID = [57196006880](#)) : Islamic Azad University, Tehran, Iran

Prof. Ata Jahangir Moshayedi, (Scopus ID = [55127939600](#)) : Islamic Azad University, Isfahan, Iran and Jiangxi University of Science and Technology, Ganzhou, China

Dr.nat.techn. Weksi Budiaji, S.Si, M.Sc, Agribisnis, (Scopus ID = [57210283945](#)) : Fakultas Pertanian, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

Dr. Arif Ridho Lubis, (Scopus ID = [57188875498](#)) : Politeknik Negeri Medan, Indonesia

Dr. Al-Khowarizmi, (Scopus ID = [57204804487](#)) : Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Indonesia

Dr Alfin Hikmaturokhman., S.T., M.T, (Scopus ID = [57194239039](#)) : Institut Teknologi Telkom Purwokerto, Indonesia

Muharman Lubis, B.IT., M.IT., Ph.D.IT, (Scopus ID = [49663689900](#)) : Telkom University, Indonesia

Dr.Malek Al-Nawashi, (Scopus ID = [57197848630](#)) : Al-Balqa Applied University, Al Salt, Jordan

Roheen Qamar, (Scopus ID = [57991262900](#)) : Quaid-e-Awam University of Engineering, Nawabshah, Pakistan

Alfian Ma'arif, (Scopus ID = [57195619646](#)) : Universitas Ahmad Dahlan, Indonesia

Purnawarman Musa, (Scopus ID = [55645367600](#)) : Gunadarma University, Indonesia

Oman Somantri, (Scopus ID = [57208898676](#)) : Politeknik Negeri Cilacap, Indonesia

Dr Heshalini Rajagopal, (Scopus ID = [57188756370](#)) : ICSDI, UCSI University, Malaysia

Section Editor

Rizki Muliono, (Scopus ID = [57214097532](#)) : Universitas Medan Area, Indonesia

Nurul Khairina, (Scopus ID = [57202306436](#)) :Universitas Medan Area, Indonesia

Fadlisyah Fadlisyah, (Scopus ID = [57188756370](#)) : Universitas Malikussaleh

Zulfikar Sembiring, (Scopus ID = [58836110600](#)) : Universitas Medan Area, Indonesia

Susilawati Susilawati, (Scopus ID = [58954360400](#)) : Universitas Medan Area

Defry Hamdhana, (Scopus ID = [57220753598](#)) : Universitas Malikussaleh



FOCUS AND SCOPE JOURNAL

AUTHOR GUIDELINES

EDITORIAL TEAM

VISITOR STATISTIC

CONTACT US

REVIEWER

AUTHOR FEE

PUBLICATION ETHICS

PLAGIARISM POLICY

CALL FOR EDITOR/REVIEWER



Accredited
SINTA 3



iji **RELAWAN**
JURNAL INDONESIA



We are Crossref

Member

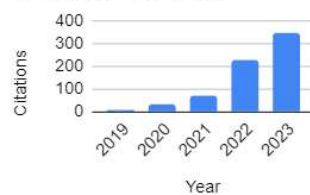
177 Today Pageviews





	Volume 18 No. 1	Volume 18 No. 2				https://schol
Kutipan	1324	1307				https://schol
indeks	18	18				
Sheet1						> <

Citations vs Year



Universitas
Medan Area

OFFICIAL WEBSITE OF UMA OPEN ACCESS JOURNALS

The UMA Open Access Journals provides quality journal publication services to documenting and preserving scientific article from the results of your research.

CONTACT US

Phone. 082369659185

Mail. jite@uma.ac.id

Web. <https://ojs.uma.ac.id/index.php/jite>

INFORMATION

For Authors

For Readers

For Librarians

SHARE & FOLLOW





JITE (Journal of Informatics and Telecommunication Engineering)

Available online <http://ojs.uma.ac.id/index.php/jite> DOI : 10.31289/jite.v8i1.11267

Received: 15-January-2024

Accepted: 31-July-2024

Published: 31-July-2024

Design and Analysis of a High Gain 8x2 Planar Series Array Microstrip Antenna with Spiral Stub for 5G Communication Systems

Suryadi1), Syah Alam2)* & Indra Surjati3) Yuli Kurnia Ningsih4)

1,2,3,4) Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Trisakti, Indonesia

*Corresponding Email: syah.alam@trisakti.ac.id

Abstrak

Sistem komunikasi 5G membutuhkan antenna sebagai perangkat penerima yang memiliki kinerja tinggi termasuk *bandwidth* yang lebar dan *gain* yang tinggi. Antena mikrostrip mempunyai kelebihan seperti biaya yang murah, cocok untuk frekuensi tinggi dan mudah diintegrasikan dengan perangkat lain. Salah satu kelemahan antena mikrostrip adalah *gain* yang rendah. Oleh karena itu, antena mikrostrip dengan *gain* tinggi sangat dibutuhkan untuk mendukung sistem komunikasi 5G. Penelitian ini memberikan solusi dengan mengusulkan antena mikrostrip dengan *gain* tinggi yang beroperasi pada frekuensi resonansi 3,5 GHz untuk sistem komunikasi 5G. Antena usulan dikembangkan dalam lima tahap dimulai dari satu elemen, susunan seri dua elemen, susunan seri 4 elemen, susunan seri 8 elemen dan susunan seri *plannar* 8x2 elemen. Teknik susunan seri *plannar* dan menggunakan *spiral stub* pada *line feed* serta *slit* diusulkan untuk meningkatkan *gain* antena mikrostrip. Dalam tulisan ini, perancangan dan simulasi dari antena usulan ditampilkan dan dibandingkan secara komprehensif untuk menunjukkan peningkatan kinerja dari setiap tahap pengembangan model usulan. Berdasarkan hasil simulasi, antena yang dirancang memiliki *gain* maksimum sebesar 13,08 dB pada frekuensi resonansi 3,5 GHz. *Gain* antena masing-masing meningkat 118 % dibandingkan dengan antena elemen tunggal. Oleh karena itu, antena usulan ini dapat direkomendasikan untuk digunakan sebagai antena penerima sistem komunikasi 5G

Kata Kunci: 5G, array, antena, mikrostrip, *plannar*, seri, *spiral stub*, *bandwidth*, *gain*

Abstract

In 5G communication systems, microstrip antennas are notable for their cost-effectiveness and ease of integration with other devices. Nevertheless, these antennas typically suffer from low gain. This research presents an enhanced microstrip antenna with high gain, specifically designed to resonate at 3.5 GHz to meet 5G requirements. The antenna's development proceeds through five stages, starting with a single element and advancing to a planar array with an 8x2 element configuration. Key improvements include the implementation of planar configurations, the addition of a spiral stub in the feed line, and the insertion of slits to simultaneously enhance the antenna's gain. Comparative simulations at each stage demonstrate the performance improvements. The proposed antenna achieves a peak gain of 13.08 dB at 3.5 GHz, representing a significant improvement until 118% compared with the single-element antenna. These findings suggest that the proposed antenna is an excellent candidate for use as a receiver antenna in 5G communication systems.

Keywords: 5G, array, antena, mikrostrip, *plannar*, seri, *spiral stub*, *bandwidth*, *gain*

How to Cite: Suryadi, Alam, S., & Surjati, I. (2024). High Gain Plannar Series Array 8x2 Element Microstrip Antenna Using Spiral Stub For 5G Communication System. *JITE (Journal Of Informatics And Telecommunication Engineering)*. 8 (1): 106-119

I. PENDAHULUAN

Sistem komunikasi generasi kelima (5G) diperkenalkan pada tahun 2018 dan ditandai dengan kecepatan transmisi data yang tinggi *bandwidth* yang sangat besar (Höyhty et al., 2018) (Hobbs, 2018). Berdasarkan regulasi (Hikmaturokhman et al., 2018), frekuensi operasi sistem komunikasi generasi kelima (5G) dibagi menjadi beberapa pita, yaitu pita atas 28 GHz, pita tengah 15 GHz, dan pita bawah 3,5 GHz. Kondisi di Indonesia yang padat penduduk dan memiliki bentang alam yang beragam membutuhkan frekuensi operasi yang rendah untuk memperluas jangkauan sinyal yang dipancarkan. Frekuensi 3,5 GHz dapat menjadi alternatif dari frekuensi operasional 5G, khususnya di daerah padat penduduk, khususnya

perkotaan di Indonesia (Admaja, 2018). Teknologi 5G membutuhkan antenna dengan sifat terarah yang baik untuk mencapai nilai direktivitas dan keragaman yang baik. Hal ini dapat dilakukan dengan metode *array*, yaitu dengan membentuk *array* multi-elemen berbentuk geometris yang bekerja bersama sebagai antenna tunggal (Koesmariyanto et al., 2022). Metode *array* berbentuk *planar* memberikan pola yang lebih simetris, menghasilkan *beamwidth* yang lebih sempit dan dimensi keseluruhan antenna yang lebih kecil (Sholeh & Rahayu, 2018). Dalam penerapannya pada teknologi 5G, susunan *planar* menghasilkan pancaran yang lebih bervariasi pada sumbu vertikal. Antena mikrostrip merupakan antenna yang sederhana dan ringan. Antena mikrostrip sangat cocok untuk perangkat *mobile* karena membutuhkan daya yang kecil. Kelemahan antenna mikrostrip dalam hal *bandwidth*, gain dan efisiensi yang rendah, antenna dengan gain tinggi dibutuhkan untuk memenuhi permintaan layanan komunikasi nirkabel yang tinggi, sehingga cakupan layanan kian luas, pada antenna mikrostrip, nilai gain justru menjadi kelemahannya. *Gain* didefinisikan sebagai perbandingan antara intensitas pada arah tertentu dengan intensitas radiasi yang diperoleh jika daya yang diterima oleh antenna teradiasi secara *isotropic* (Vadlamudi & Sriram Kumar, 2020).

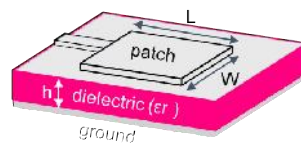
Pada beberapa penelitian terdahulu (Alam et al., 2023) telah dirancang antenna mikrostrip *planar series array* 4x2 *element* dengan menghasilkan lebar *bandwidth* 0,60 GHz dan *gain* 12,34 dB, dan penelitian berikutnya berhasil dirancang antenna mikrostrip *wideband* dengan *triple band* pada frekuensi 3.15, 3.32 dan 3.72 GHz menggunakan konfigurasi *array* 2x2 (Alam et al., 2022), namun *bandwidth* dan *gain* masih rendah dan harus digunakan cara tertentu agar meningkatkan *bandwidth* dan *gain*. Salah satu cara untuk menaikkan *gain* adalah dengan cara *array* dan penambahan *line feed* spiral bertujuan untuk meningkatkan *bandwidth* dengan menggabungkan metode ini, dimungkinkan untuk meningkatkan *bandwidth* dan *gain* sistem komunikasi 5G tanpa meningkatkan kebutuhan daya transmisi sistem (Sandi et al., 2020) (Hussain et al., 2017) (Basit et al., 2023). Penelitian sebelumnya (ALAM et al., 2021), mengusulkan peningkatan *bandwidth* dari antenna sampai dengan 88,88% menggunakan *spiral stub*. *Spiral Stub* bertujuan untuk meningkatkan *bandwidth* antenna yang diusulkan, *spiral stub* dirancang pada *line feed* mikrostrip.

Dari beberapa penelitian terdahulu menunjukkan bahwa mengaplikasikan metode *spiral stub* dan *array* sukses meningkatkan *bandwidth* dan *gain*. Pada penelitian ini akan di desain antenna mikrostrip *planar array* seri 8x2 *elemen* menggunakan *spiral stub* untuk mengoptimalkan *bandwidth* dan *gain* antenna. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan nilai *gain* tinggi dan desain antenna mikrostrip dengan performansi tinggi dan dapat dikembangkan untuk sistem komunikasi generasi kelima (5G).

II. STUDI PUSTAKA

A. Antena Mikrostrip

Antena mikrostrip terdiri dari suatu konduktor metal yang melekat di atas *ground plane* yang diantaranya terdapat bahan *dielectric*. Antena mikrostrip berukuran ringkas dan kompak sehingga dapat diaplikasikan untuk antenna yang membutuhkan desain dengan dimensi kecil. Antena mikrostrip memiliki 4 bagian dasar yaitu *patch*, *substrate*, saluran transmisi, dan *ground plane* (Pandey, 2019)



Gambar 1. Struktur antenna mikrostrip (Fang, 2017)

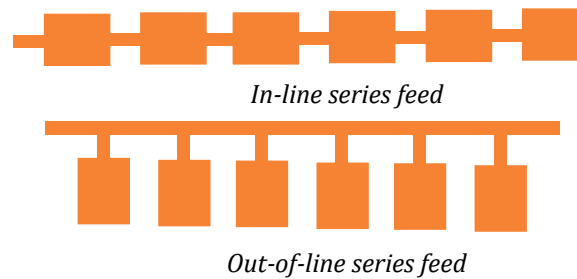
Antena mikrostrip sangat ideal untuk digunakan pada peralatan komunikasi kecil. Namun, kualitas serta tingkat penerimaan sinyalnya tidak optimal disebabkan oleh interferensi seperti efisiensi *bandwidth*, *gain* rendah, dan *directivity* buruk. Maka dari itu, perlu ada desain antenna agar diperoleh karakteristik antenna yang efisien (Pandey, 2019).

B. Metode Array

Pola radiasi *single* elemen relatif lebar, dan setiap elemen menghasilkan *gain* yang rendah. Dalam beberapa aplikasi diperlukan antenna dengan karakteristik yang sangat direktif (radiasi yang terarah sehingga nilai *gain* tinggi) untuk memenuhi kebutuhan komunikasi jarak jauh. Hal ini hanya dapat dilakukan dengan meningkatkan ukuran dari antenna, sehingga didapatkan nilai *gain* yang tinggi (Fang, 2017)

Metode untuk menaikkan *gain* antenna dengan ukuran per elemen memiliki dimensi sama adalah dengan membentuk deretan elemen dalam bentuk geometris. Antena baru yang tersusun dari multi elemen ini disebut dengan *array*. Teknik *array* dilakukan dengan mensejajarkan beberapa antenna baik identik maupun tidak identik dengan jarak tertentu. Pada umumnya digunakan jarak dibawah 1 *lamda*. Dengan

menggunakan teknik array akan mengurangi beamwidth antenna keseluruhan menjadi lebih sempit sehingga *directivity* yang dihasilkan semakin terarah. Elemen dari sebuah *array* biasanya identik karena lebih sederhana dan praktis (Fang, 2017). *Gain* antenna mikrostrip dapat ditingkatkan dengan menambahkan *patch* pada susunan untuk membuat susunan antenna mikrostrip. Antena *array* mikrostrip merupakan evolusi Antena mikrostrip yang menggabungkan beberapa elemen pemancar untuk membentuk suatu jaringan. Berbagai macam konfigurasi antena *array*, antara lain *linear*, *plannar*, dan *circular*. *Plannar array* menawarkan keuntungan dalam mengatur dan mengendalikan arah pola radiasi. Contoh jenis *plannar* yang kerap kali digunakan, adalah 1x1, 1x2, 2x2, dan 2x4. Adapun hasil yang diharapkan adalah diperolehnya karakteristik antena mikrostrip yang disusun secara *plannar* berupa konfigurasi saluran pencatu, *gain*, dan pola radiasi. Bentuk susunan *array* yang digunakan dalam penelitian ini pada Gambar 2 merupakan susunan *series feed*.

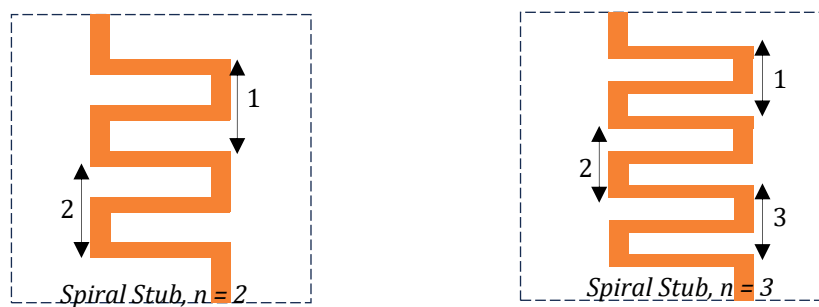


Gambar 2. Susunan *series feed* (Shreekant, 2017)

Konfigurasi *plannar array* memberikan tambahan variabel *array plannar* menawarkan fleksibilitas yang lebih banyak dan menghasilkan pola yang lebih simetris, yang dapat dipakai untuk mengatur dan menentukan pola *array*. Selain itu, juga dapat digunakan untuk memindai *main beam* antena ke titik mana pun di ruang 3 dimensional (*space*) (Fang, 2017). Sehingga dalam aplikasinya untuk teknologi 5G, *plannar array* akan menghasilkan *beamforming* yang dengan diversitas yang lebih beragam.

C. *Spiral Stub*

Penambahan rintisan *spiral* bertujuan untuk meningkatkan *bandwidth* antena yang diusulkan. *spiral stub* dirancang pada *line feed* mikrostrip



Gambar 3. *Spiral Stub* dengan $n = 2$, dan 3

D. *Peripheral Slit*

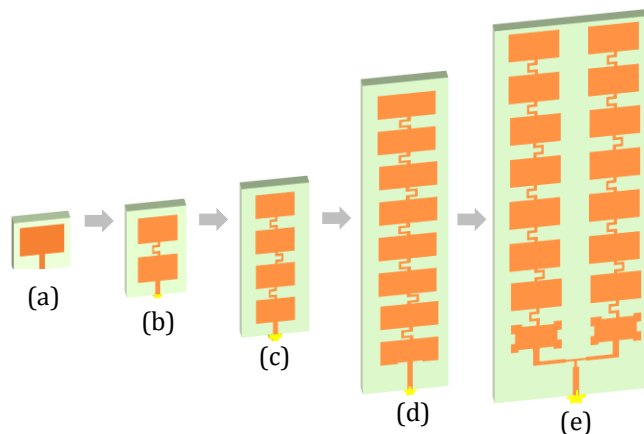
Slit adalah suatu teknik pembuatan belahan di pinggir *patch*. Biasanya, lebar belahan (W_s) dalam metode slit berkisar antara 1 mm hingga 6 mm. Efek dari penambahan belahan ini dapat mengurangi ukuran *patch* antena dan meningkatkan koefisien refleksi (S_{11}) (Shreekant, 2017).

III. METODE PENELITIAN

A. Tahapan Penelitian

Proses perancangan antenna berlangsung dalam beberapa tahap. Tahap pertama adalah menentukan frekuensi operasi yang dibutuhkan. Tahap kedua adalah menentukan substrat yang akan digunakan. Setelah kedua tahap tersebut selesai, maka perancangan antenna dapat dimulai. Tahap ketiga adalah menentukan dan menghitung dimensi *patch*. Tahap keempat adalah menghitung dimensi pencatu. Tahap kelima adalah melakukan simulasi antenna yang telah dirancang dengan perangkat *EM Simulation*. Pada penelitian ini dilakukan desain awal antenna tunggal pada frekuensi 3.5 GHz. Bahan *patch* yang digunakan untuk desain antenna. Substrat yang digunakan untuk implementasi antenna adalah *FR-4 epoxy* karena lebih murah dan lebih banyak tersedia di pasaran. Jenis *board* yang digunakan adalah dua sisi. Satu sisi berfungsi sebagai desain antenna dan sisi lainnya sebagai *groundplane*.

Tahapan rancang bangun dimulai dengan desain 1 elemen tunggal (*single element*), untuk spesifikasi 5G yang bekerja pada frekuensi 3,5 GHz dan nilai koefisien refleksi (gelombang yang dipantulkan kembali) dibawah -10 dB sehingga nilai gelombang yang dipantulkan tidak terlalu besar jika dibandingkan dengan gelombang yang dipancarkan. Dengan kata lain, saluran transmisi sudah berada dalam keadaan *matching*. Setelah mendapatkan desain antenna *single element* dengan nilai koefisien refleksi kurang dari 10 dB dan frekuensi tengah mendekati 3,5 GHz, selanjutnya *patch* akan diperbanyak dan disusun dengan susunan 2 0elemen, 4 elemen, 8 elemen dan *plannar array* seri 8x2 elemen, seperti Gambar 4.

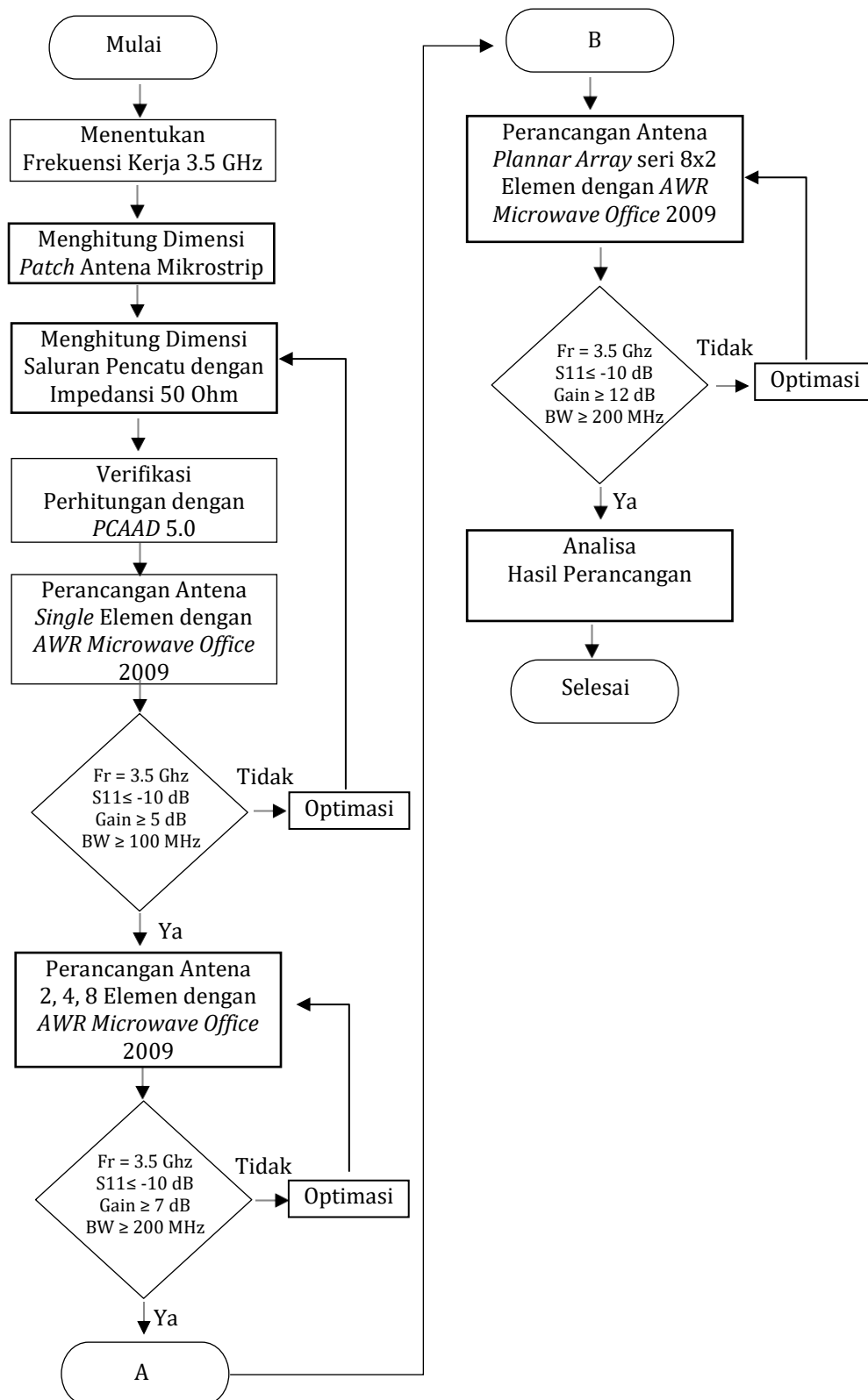


Gambar 4. Model pengembangan antenna yang diusulkan; (a)-1 elemen (*single element*), (b)-2 elemen, (c)-4 elemen, (d)-8 elemen, (e)-*plannar array* seri 8x2 elemen

Gambar 4 menunjukkan antenna mikrostrip 1 elemen (*single element*) berbentuk persegi panjang dimana antenna *patch* berada pada lapisan atas substrat yang berfungsi sebagai elemen pemancar sedangkan lapisan bawah berfungsi sebagai *ground plane* sebagai langkah 1. Substrat yang digunakan adalah *FR-4* dengan koefisien dielektrik 4,3 *rugi-rugi tan dielektrik* 0,0265 dan ketebalan substrat (*FR4*) 1,6 mm. Antena yang diusulkan dihubungkan langsung dengan konektor *RP-SMA* dengan impedansi 50 ohm. Pada langkah ke-2, ke-3, dan ke-4 antenna elemen tunggal dikonfigurasi dalam susunan seri dengan dua, empat elemen, delapan elemen dengan menggunakan *slit*. Perlu dicatat, dimensi antenna *patch* identik sedangkan *lines* mikrostrip digunakan untuk mengontrol impedansi dan koefisien refleksi antenna yang diusulkan. Selanjutnya model langkah ke-5 menunjukkan bahwa antenna dikembangkan dengan susunan *plannar array* seri dengan 8x2 elemen. Perlu diperhatikan, jarak antar elemen pemancar pada struktur susunan *plannar array* seri akan sangat mempengaruhi *gain* antenna.

B. Diagram Alir

Diagram alir dan proses perancangan antenna yang di desain dalam penelitian ini seperti pada gambar 6.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan awal dilakukan perancangan desain antenna mikrostrip elemen tunggal (1 elemen) yang bekerja pada frekuensi 3.5 GHz menggunakan jenis *substrat FR-4* dengan spesifikasi sesuai yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi *substrat FR-4*

Karakteristik	Nilai
Koefisien Dielektrik	4,3
Koefisien Permeabilitas	1
Rugi-Rugi <i>tan</i> dielektrik	0,0265
Ketebalan Konduktor (<i>copper</i>)	0,03 mm
Ketebalan Substrat (<i>FR4</i>)	1,6 mm

Pada Tabel 1 ditunjukkan spesifikasi dari substrat *FR-4* dengan nilai konstanta dengan nilai konstanta dielektrik 4,3 ketebalan 1,6 mm dan *loss tangent* sebesar 0,0265. Bentuk antenna mikrostrip yang diusulkan dalam penelitian ini bentuk persegi panjang memiliki panjang dan lebar L (panjang) dan W (lebar). Antena mikrostrip akan terhubung dengan konektor SMA jenis *female* impedansi 50 Ohm dengan saluran transmisi *microstrip line*. Saluran ini akan menyesuaikan impedansi antara antenna dan konektor. Antena dan konektor harus memiliki impedansi yang tepat untuk meradiasikan gelombang elektromagnet di antenna. Dimensi antenna persegi panjang berbentuk mikrostrip dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1), (2), (3). (Surjati, 2010).

$$W = \frac{c}{2f \sqrt{\frac{\epsilon_r + 1}{2}}} \quad (1)$$

$$L = L_{eff} - 2\Delta L \quad (2)$$

$$L_{eff} = \frac{c}{2f \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (3)$$

$$\epsilon_{reff} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} + \left(1 + 12 \frac{h}{w}\right) \left(1 + 12 \frac{h}{w}\right)^{-\frac{1}{2}} \quad (4)$$

$$\Delta L = 0,412 h \frac{(\epsilon_r + 0,3) \left(\frac{w}{h} + 0,264\right)}{(\epsilon_r + 0,258) \left(\frac{w}{h} + 0,264\right)} \quad (5)$$

$$W_z = \frac{2h}{\pi} \left\{ B - 1 - \ln(2B - 1) + \frac{\epsilon_r - 1}{2\epsilon_r} \left[\ln(B - 1) + 0,39 - \frac{0,61}{\epsilon_r} \right] \right\} \quad (6)$$

$$B = \frac{60\pi^2}{Z_o \sqrt{\epsilon_{reff}}} \quad (7)$$

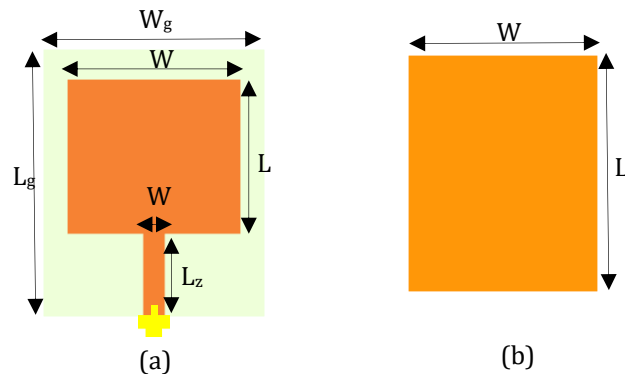
Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan persamaan matematis (1) sampai persamaan (7) didapatkan $W_g = 30$ mm, $L_g = 36$ mm lebar *patch* antenna sebesar 26,33 mm dan panjang *patch* antenna 20,2 mm. Nilai ini didapatkan dengan menggunakan frekuensi kerja (f) 3.5 GHz dan konstanta dielektrik (ϵ_r) = 4,3 dan ketebalan dari substrat (h) = 1,6 mm sesuai dengan spesifikasi substrat *FR-4*. Ukuran *line* pencatu *microstrip line* berukuran $W_z = 3$ mm, dengan nilai impedansi = 50 Ohm.

Impedansi ini disesuaikan dengan nilai impedansi dari konektor yang digunakan dari antenna yang dirancang yaitu 50 Ohm. Untuk panjang saluran pencatu *microstrip line* (L_z) diperoleh dari persamaan (6) dan (7). Bagian dari antenna mikrostrip yang diusulkan terdiri dari *patch* sebagai elemen peradiasi, *line* pencatu *microstrip line* sebagai penyesuai impedansi antara antenna dan konektor dengan impedansi 50 Ohm dan *ground plane* bertindak sebagai pentanahan. Ukuran lebar (W_g) dan panjang (L_g) diperoleh dengan menggunakan persamaan (8) dan (9). (Alam, S. and Wibisono, I.G.N.Y., 2017).

$$L_g = 6h + L \quad (8)$$

$$W_g = 6h + W \quad (9)$$

Struktur dan desain mikrostrip elemen tunggal (1 elemen) antenna dengan bentuk persegi panjang ditunjukkan pada Gambar 6



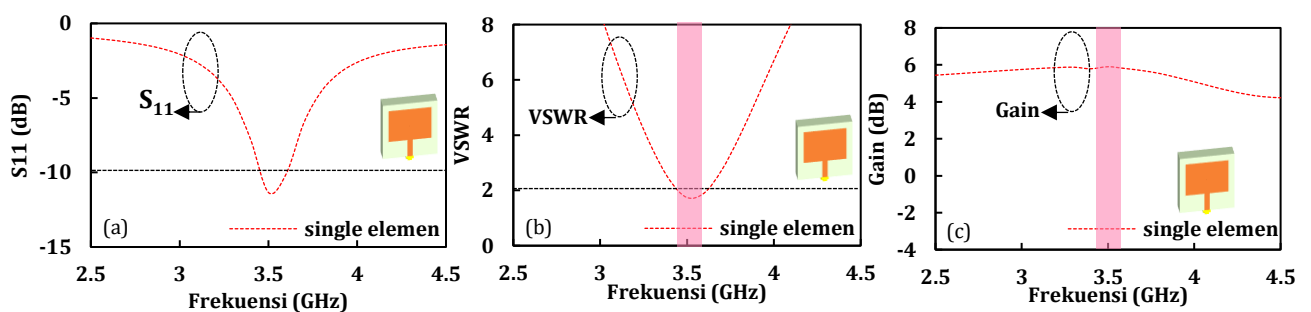
Gambar 6. Disain antenna elemen tunggal (1 elemen); (a) tampak Atas, (b) tampak bawah

Gambar 6 menggambarkan struktur antenna mikrostrip elemen tunggal dimana antenna dihubungkan pada konektor menggunakan saluran transmisi dengan impedansi 50 Ohm. Dimensi antenna diperoleh dengan menggunakan persamaan (1) sampai dengan persamaan (5) sedangkan dimensi saluran transmisi diperoleh dengan menggunakan persamaan (6) dan persamaan (7). Selain itu, dimensi keseluruhan antenna mikrostrip elemen tunggal ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2 Dimensi antenna mikrostrip elemen tunggal (1 elemen)

Parameter	Dimensi (mm)
W_g	32
L_g	38
W	22
L	20
W_z	3
L_z	13

Antenna dirancang dan disimulasikan menggunakan *software AWR Microwave Office 2009* parameter yang diamati adalah koefisien refleksi (S_{11}), *VSWR* dan *gain* antenna yang didesain. Hasil simulasi antenna mikrostrip elemen tunggal (1 elemen) ditunjukkan pada Gambar 7.

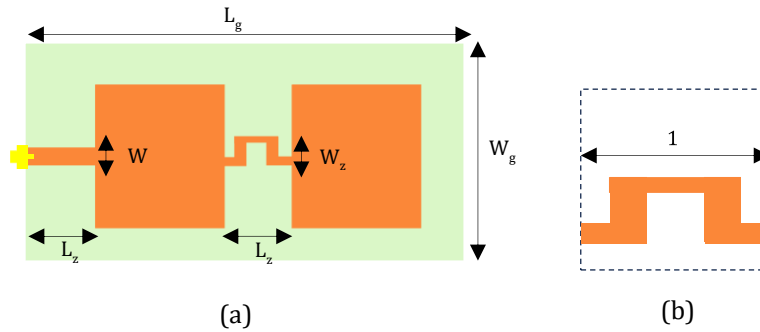


Gambar 7. Hasil simulasi antenna mikrostrip elemen tunggal (1 elemen): (a)- S_{11} ; (b)-*VSWR*; (c)-*Gain*

Gambar 7 menunjukkan bahwa antenna mikrostrip elemen tunggal (1 elemen) telah beroperasi pada frekuensi resonansi 3,5 GHz dengan koefisien refleksi (S_{11}) -11,35 dB. Selain itu, antenna yang diusulkan memiliki *VSWR* sebesar 1,744 dan *gain* sebesar 5,89 dB seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Selanjutnya *impedance bandwidth (IBW)* antenna mikrostrip elemen tunggal sebesar 0,14 GHz dengan rentang frekuensi 3,46–3,60 GHz. Temuan ini menunjukkan bahwa *gain* dan *bandwidth* yang diperoleh sempit sehingga perlu dilakukan optimasi lebih lanjut.

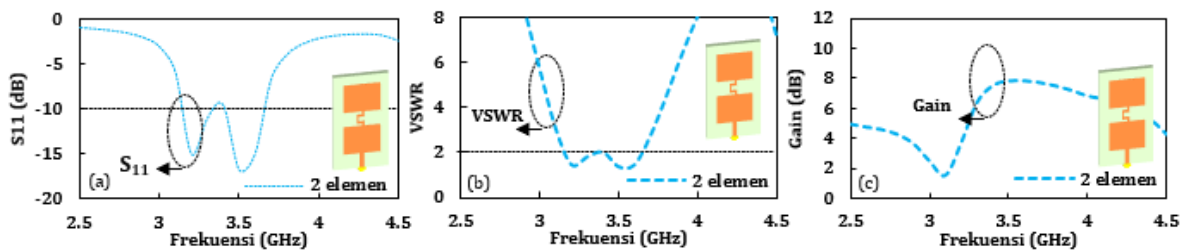
Tahap selanjutnya antenna dikembangkan menggunakan konfigurasi *array* seri dengan dua elemen, dengan Jarak antar elemen (d_1) ditentukan dengan persamaan berikut:

$$d_1 = \frac{1}{8}\lambda \quad (10)$$



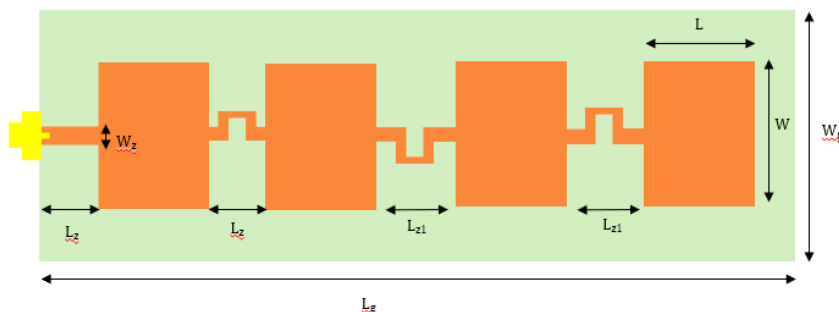
Gambar 8. Desain antenna; (a) 2 elemen, (b) *line feed spiral stub* $n=1$

Gambar 8 menunjukkan kedua antenna *patch* dihubungkan menggunakan saluran transmisi dikombinasikan menggunakan *spiral stub* dengan $L_z=13$ mm secara seri dan disusun dalam konfigurasi vertikal. Dimensi dari W_g dan L_g masing-masing adalah 32 mm dan 71 mm. Selanjutnya hasil simulasi antenna mikrostrip dikonfigurasi dalam *array* seri dengan dua elemen ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil simulasi antenna mikrostrip 2 elemen: (a)- S_{11} ; (b)-VSWR; (c)-Gain

Gambar 9(a) menunjukkan implementasi *array* seri dengan dua elemen menghasilkan karakteristik antenna *dual band* dengan gain sebesar 7,83 dB pada frekuensi resonansi 3,5 GHz. *Impedance Bandwidth (IBW)* impedansi antenna lebar di mana antenna beroperasi pada dua resonansi yang berbeda frekuensi 3,14 GHz dan 3,66 GHz (520 MHz) dengan $S_{11} \leq -10$ dB dan $VSWR \leq 2$ seperti ditunjukkan pada Gambar 9(a), (b). Oleh karena itu, perlu dilakukan optimasi lebih lanjut agar *gain* antenna meningkat. Antenna yang diusulkan dioptimalkan menggunakan *array* seri dengan empat elemen seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 10 dengan $W_g=32$ mm, L_g sebesar 142 mm, $L_z=13$ mm dan panjang L_{z1} agar *bandwidth* dan *gain* optimal diperoleh dengan melakukan beberapa iterasi panjang saluran transmisi *spiral stub* (L_{z1}).



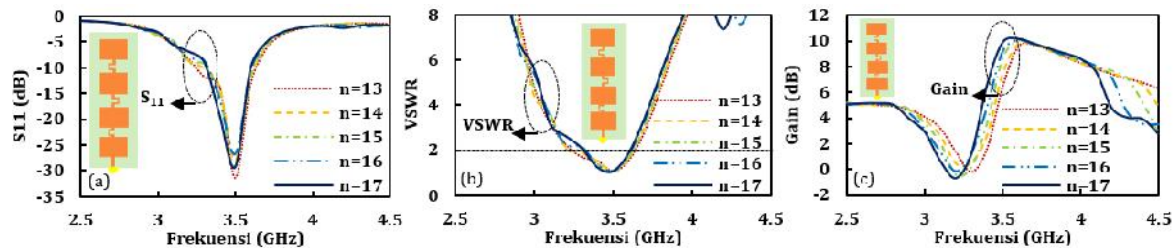
Gambar 10. Desain antenna 4 elemen

iterasi dan studi parametrik dilakukan dengan mengubah panjang saluran transmisi (n) yang diusulkan antenna seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3

Tabel 3 Iterasi panjang saluran transmisi *spiral stub* (Lz1)

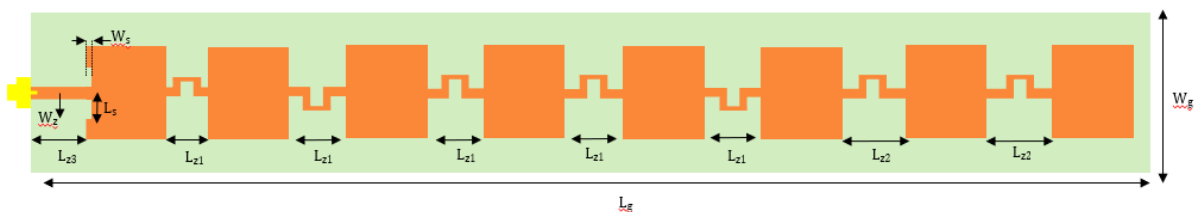
Iterasi	Panjang (mm)
1	13
2	14
3	15
4	16
5	17

Tabel 3 menunjukkan proses iterasi yang dilakukan mengubah panjang saluran transmisi *spiral stub* (Lz1). Hasil simulasi proses iterasi ditunjukkan pada Gambar 11



Gambar 11. Hasil simulasi iterasi antenna mikrostrip 4 elemen: (a)- S_{11} ; (b)-VSWR; (c)-Gain

Gambar 11(a) dan Gambar 11(c) menunjukkan *Impedance Bandwidth (IBW)* dan *gain* optimal diperoleh pada iterasi kelima ($n=17$) dengan panjang saluran transmisi *spiral stub* (Lz1)=17 mm dengan *bandwidth* sebesar 290 MHz (3,31-3,60 GHz) *gain* sebesar 9,89 dB, sedangkan pada $n = 13$ mm *bandwidth* antenna sebesar 420 MHz dengan *gain* sebesar 6,47 dB dan pada $n = 14$ mm, *Impedance Bandwidth (IBW)* menjadi lebih sempit pada 260 MHz tetapi *gain* meningkat menjadi 7,47 dB. Selanjutnya iterasi ketiga dengan elemen $n=15$ mm menghasilkan *Impedance Bandwidth (IBW)* sebesar 320 MHz (3,31-3,63 GHz) sedangkan *gainnya* sebesar 8,65 dB. Pada iterasi keempat dengan $n=16$ mm, *bandwidth* adalah 290 MHz (3,32 GHz – 3,61 GHz) dengan *gain* sebesar 9,23 dB pada frekuensi resonansi 3,5 GHz. Selanjutnya pada Gambar 11(b) terlihat bahwa pada proses iterasi diperoleh $VSWR \leq 2$ pada frekuensi 3,5 GHz. Hal ini menandakan antenna telah beresonansi dan dalam kondisi *match* antara antenna dengan saluran transmisi. Tahap selanjutnya untuk memperoleh $gain \geq 10$ perlu dilakukan optimasi lebih lanjut antenna yang diusulkan menggunakan *array* seri dengan delapan elemen seperti yang ditunjukkan pada Gambar 12 dengan $W_g=32$ mm, L_g sebesar 310 mm



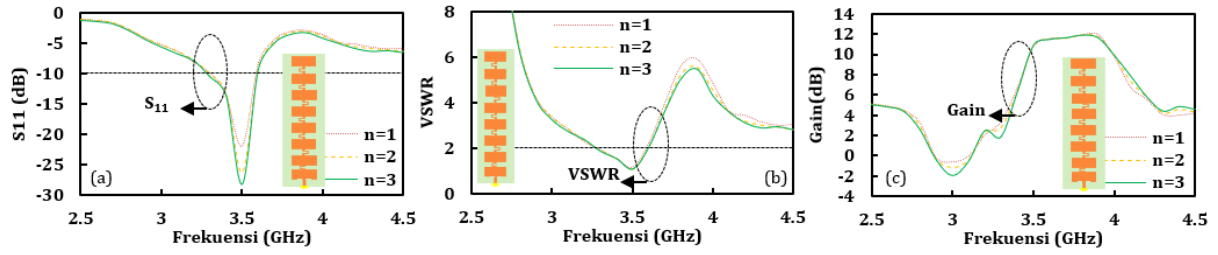
Gambar 12. Desain antenna 8 elemen

Untuk memperoleh *Impedance Bandwidth (IBW)* dan *gain* optimal dilakukan beberapa iterasi panjang saluran transmisi *spiral stub* (Lz2), (Lz3), lebar *slit* (Ws) dan panjang *slit* (Ls) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 4 .

Tabel 4 Iterasi (Lz2), (Lz3), (Ws) dan (Ls)

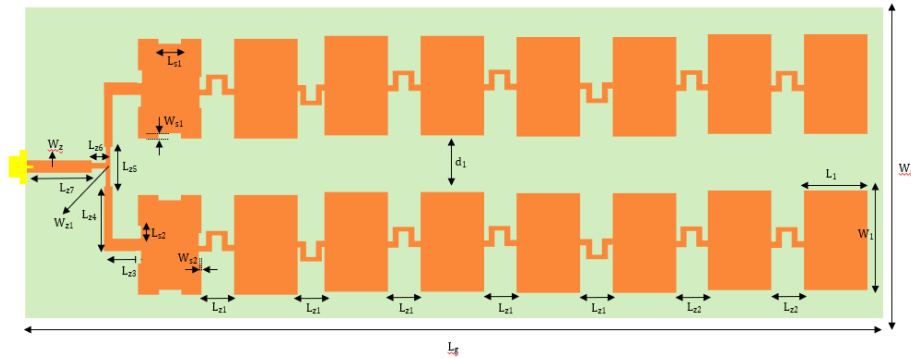
Iterasi	(Lz2)	(Lz3)	(Ws)	(Ls)
n=1	18	19	1	5
n=2	19	20	1	6
n=3	20	21	1	7

Tabel 4 menunjukkan proses iterasi yang dilakukan dengan merubah dimensi (Lz2), (Lz3), (Ws) dan (Ls). Hasil simulasi proses iterasi ditunjukkan pada Gambar 13



Gambar 13. Hasil simulasi iterasi antenna mikrostrip 8 elemen: (a)- S_{11} ; (b)- $VSWR$; (c)- $Gain$

Gambar 13(a) dan Gambar 13(c) menunjukkan *Impedance Bandwidth (IBW)* dan *gain* optimal diperoleh pada iterasi ketiga ($n=3$) dengan panjang saluran transmisi *spiral stub* ($Lz2$)=20 mm, ($Lz3$)=21 mm, (Ws)=1 mm dan (Ls)=7 mm dengan *bandwidth* sebesar 320 MHz (3,27-3,59 GHz) *gain* sebesar 10,92 dB, sedangkan pada $n=2$ *bandwidth* antenna sebesar 300 MHz (3,29-3,59 GHz) dengan *gain* sebesar 10,83 dB dan pada $n=1$, *bandwidth* menjadi lebih sempit pada 280 MHz (3,30-3,58 GHz) dengan *gain* menurun menjadi 10,70 dB. Gambar 13(b) terlihat bahwa pada proses iterasi diperoleh $VSWR \leq 2$ pada frekuensi 3,5 GHz. Hal ini menandakan antenna telah beresonansi dan dalam kondisi *match* antara antenna dengan saluran transmisi. Langkah terakhir untuk memperoleh $gain \geq 12$ perlu dilakukan optimasi, usulan dioptimasi menggunakan *plannar array* seri dengan 8x2 elemen dengan $Wg=75$ mm, Lg sebesar 352 mm seperti ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Desain antenna *plannar array* seri 8x2 elemen

Gambar 14 menunjukkan konfigurasi antenna *plannar array* seri dengan 8x2 elemen yang masing-masing di susun seri dikonfigurasi sebagai bidang vertikal yang dipisahkan oleh jarak yang diwakili oleh d_1 . Jarak antar elemen (d_1) ditentukan dengan persamaan (10) dan (11) berikut:

$$d_1 = 1/(8) \lambda \quad (10)$$

$$\lambda = c/(f) \quad (11)$$

dimana d_1 mewakili jarak antar elemen *array*, λ mewakili panjang listrik antenna dan c adalah kecepatan cahaya (3×10^8 m/s). Konfigurasi antenna *array* seri dengan delapan elemen yang masing-masing dihubungkan secara *plannar* menggunakan saluran transmisi dengan impedansi langkah 50 Ohm (Z_0), 70,7 Ohm (Z_s) dan 100 ohm (Z_L) yang berfungsi sebagai pencocokan impedansi untuk mengontrol koefisien refleksi dan $VSWR$ antenna. Lebar saluran transmisi menentukan impedansinya sedangkan impedansi saluran transmisi dapat ditentukan berdasarkan persamaan berikut:

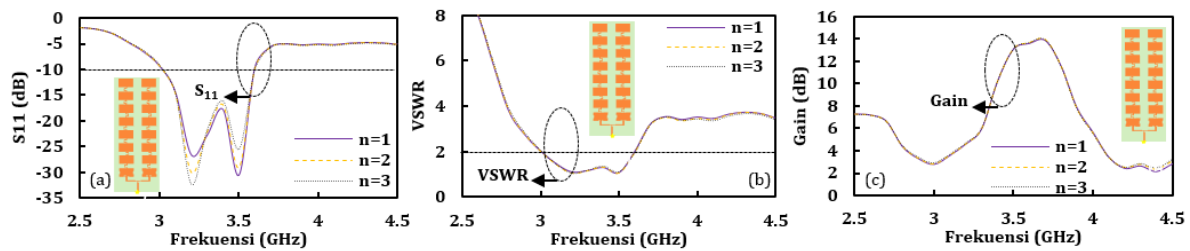
$$Z_s = \sqrt{Z_0 Z_L} \quad (12)$$

Untuk memperoleh *bandwidth* dan *gain* optimal dilakukan beberapa lebar *slit* (Ws) dan panjang *slit* (Ls) Tabel 5.

Tabel 5 Iterasi lebar *slit* (W_{s1}), (L_{s1}) dan panjang *slit* (W_{s2}), (L_{s2})

Iterasi	(W_{s1})	(L_{s1})	(W_{s2})	(L_{s2})
n=1	1	5	1	2
n=2	1	6	1	3
n=3	1	7	1	4

Tabel 5 menunjukkan proses iterasi yang dilakukan dengan merubah dimensi lebar slit (W_{s1}), (W_{s2}) dan panjang slit (L_{s1}), (L_{s2}). Hasil simulasi proses iterasi ditunjukkan pada Gambar 15



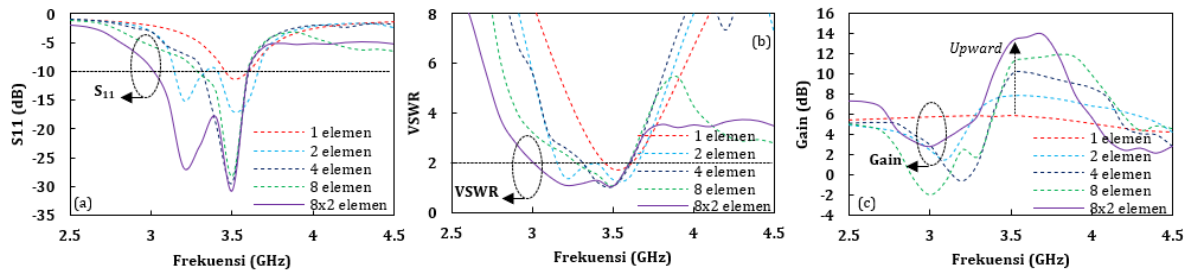
Gambar 15. Hasil simulasi iterasi antenna mikrostrip *plannar array* seri 8x2 elemen: (a)- S_{11} ; (b)-VSWR; (c)-Gain

Gambar 15(a) dan 15(c) menunjukkan koefisien refleksi (S_{11})= -30,63 dB pada iterasi n=1 sangat optimal dengan lebar *slit* (W_{s1})=1 mm, panjang *slit* (L_{s1})=5 mm dan lebar *slit* (W_{s2})=1 mm, panjang *slit* (L_{s2})=2 mm dengan *Impedance Bandwidth* (IBW) sebesar 590 MHz (3,01-3,60 GHz) *gain* sebesar 13,08 dB, pada iterasi kedua (n=2) dengan lebar *slit* (W_{s1})=1 mm, panjang *slit* (L_{s1})=6 mm dan lebar *slit* (W_{s2})=1 mm, panjang *slit* (L_{s2})=3 mm dengan *Impedance Bandwidth* (IBW) sebesar 590 MHz (3,01-3,60 GHz) *gain* sebesar 13,09 dB koefisien refleksi (S_{11})= -29,15 dB, sedangkan pada iterasi (n=3) *Impedance Bandwidth* (IBW) antenna sebesar 590 MHz (3,01-3,60 GHz) dengan *gain* sebesar 13,11 dB koefisien refleksi (S_{11})= -25,55 dB. Gambar 15(c) terlihat bahwa pada proses iterasi (n=1), (n=2) dan (n=3), diperoleh $VSWR \leq 2$ pada frekuensi 3,5 GHz. Hal ini menandakan antenna telah beresonansi dan dalam kondisi *match* antara antenna dengan saluran transmisi. Selanjutnya dimensi keseluruhan antenna mikrostrip *plannar array* seri 8x2 elemen ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6 Dimensi antenna mikrostrip *plannar array* seri 8x2 elemen

Parameter	Dimensi (mm)	Parameter	Dimensi (mm)
W_g	32	W_s	1
L_g	38	L_s	6
W	22	W_{s1}	1
W_1	23	L_{s1}	5
L	20	W_{s2}	1
L_1	20	L_{s2}	2
W_z	3	L_{z7}	33
L_z	13	W_{z1}	1
L_{z1}	18	d_1	21
L_{z2}	20	L_{z4}	12
L_{z3}	20	L_{z5}	23
L_{z6}	8		

Pengembangan model antenna yang diusulkan telah dijelaskan dan disimulasikan pada bagian sebelumnya. Kinerja pengembangan antenna diamati dengan membandingkan koefisien refleksi (S_{11}), *Impedance Bandwidth* (IBW) dan *gain*. Perbandingan Hasil simulasi tiap tahapan ditunjukkan pada Gambar 16.



Gambar 16. Perbandingan hasil simulasi dari model pengembangan antenna mikrostrip yang diusulkan: (a)- S_{11} ; (b)-VSWR; (c)-Gain

Gambar 16, (a), (c) menunjukkan bahwa *Impedance Bandwidth (IBW)* antenna meningkat signifikan setelah dikonfigurasi dengan susunan *plannar array* seri. Pada langkah pertama, *bandwidth* antenanya 140 MHz yang meningkat menjadi 540 MHz pada Langkah ke-2 tetapi rendah koefisien refleksi (S_{11}) = -16,76 dB, 290 MHz, 320 MHz dan 590 MHz masing-masing pada 8x2 elemen. Selanjutnya *gain* antenna pada frekuensi resonansi 3,5 GHz juga meningkat secara bertahap pada 1 elemen adalah 5,98 dB, 2 elemen sebesar 7,83 dB sedangkan 4 elemen, 8 elemen dan 8x2 elemen masing-masing sebesar 9,89 dB, 10,92 dB dan 13,08 dB. Dengan kata lain, *gain* antenna yang diusulkan meningkat sebesar 118% dibandingkan antenna mikrostrip *single* elemen (1 elemen). Temuan ini menunjukkan *gain* antenna yang diusulkan meningkat. Berdasarkan Gambar 16, (a), (c), hasil koefisien refleksi (S_{11}), *Impedance Bandwidth (IBW)* dan *gain* antenna 1 elemen, 2 elemen, 4 elemen, 8 elemen dan 8x2 elemen ditunjukkan pada Tabel 7

Tabel 7 Nilai koefisien refleksi (S_{11}), *Impedance Bandwidth (IBW)* dan *gain* model antenna yang diusulkan

Model Antena	Koefisien Refleksi (S_{11}) (dB)	<i>Bandwidth (IBW)</i> (MHz)	Rentang Frekuensi (GHz)	<i>Gain</i> (dB)
1 elemen	-11.35	140	3,46-3,60	5,98
2 elemen	-16.79	540	3,14-3,66	7,83
4 elemen	-29,29	290	3,31-3,60	9,89
8 elemen	-28,18	320	3,27-3,59	10,92
8x2 elemen	-30,67	590	3,01-3,60	13,08

Berdasarkan Tabel 7, *gain* antenna meningkat setiap penambahan elemen, nilai *gain* tertinggi diperoleh pada model antenna *plannar array* seri 8x2 elemen (13,08 dB), pada antenna 2 elemen *Impedance Bandwidth (IBW)* sangat lebar 540 MHz dan memiliki karakteristik *dual band* tetapi nilai koefisien refleksi (S_{11}) rendah. Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian terdahulu oleh peneliti lain, hasil penelitian terdahulu dengan penelitian yang saat ini diusulkan dapat dibandingkan pada Tabel 8.

Tabel 8 Perbandingan hasil penelitian terdahulu dengan antenna yang diusulkan

Referensi	Parameter					
	Frekuensi (GHz)	Koefisien Refleksi (S_{11}) (dB)	<i>Bandwidth (IBW)</i> (MHz)	<i>Gain</i> (dB)	Dimensi (mm)	Jenis Substrat
Alam et al., 2023	3,5	-48	600	12,34	25x20	FR4
Alam S, et al., 2022	3,14; 3,38; 3,72	-22,69; -42,08; -21,46	770	9,24	26x20	FR4
Alam S, et al., 2021	3,5	-27	800	10,67	35x28,3	RT Duroid R5880
Penelitian ini	3,5	-30,67	590	13,08	23x20	FR4

Dari Tabel 8 diatas, menunjukan hasil penelitian terdahulu dengan penelitian yang diusulkan, desain antenna yang diusulkan menghasilkan *gain* yang tinggi dari *gain* yang dihasilkan dari penelitian sebelumnya, pada penelitian ini antenna yang di desain dapat menghasilkan *gain* sebesar 13,08 dB atau sebesar 118% dari *gain* antenna *single* elemen (1 elemen), dimensi antenna yang diusulkan (23 mm x 20 mm) juga lebih kecil dari penelitian sebelumnya.

V. SIMPULAN

Penelitian ini menyelidiki secara komprehensif pengembangan antenna mikrostrip dengan *gain* tinggi. Antena dikembangkan dalam lima desain, yaitu antenna elemen tunggal, susunan seri dengan dua elemen, susunan seri dengan empat elemen, delapan elemen dan susunan *plannar array* 8x2 elemen. *Gain* antenna berhasil ditingkatkan berdasarkan desain yang diusulkan. Dari hasil simulasi, antenna *plannar array* 8x2 elemen berhasil meningkatkan kinerja dengan capaian nilai *gain* meningkat hingga 118% dibandingkan antenna elemen tunggal (1 elemen). Pekerjaan selanjutnya dari penelitian ini adalah melakukan pabrikan dan validasi dari antenna hasil rancangan di laboratorium untuk menguji performansi dari antenna yang diusulkan.

VI. UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Trisakti dan Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendibud) Republik Indonesia 2024 melalui hibah penelitian kompetitif di bawah Skema Penelitian Fundamental, nomor kontrak 832/LL3/AL.04/2024 dan 181/A/LPPM-P/USAKTI/VI/2024 yang telah mendukung dan membiayai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Admaja, A. F. S. (2018). Pemetaan Riset Teknologi 5G [5G Technology Research Mapping]. *Buletin Pos Dan Telekomunikasi*, 16(1), 27. <https://doi.org/10.17933/bpostel.2018.160103>
- ALAM, S., SURJATI, I., SARI, L., ANINDITO, A., PUTRANTO, A. Y., & Firmansyah, T. (2021). Bandwidth enhancement of array microstrip antenna using spiral stub for 5g communication system. *Przeglad Elektrotechniczny*, 97(11), 40–44. <https://doi.org/10.15199/48.2021.11.07>
- Alam, S., Surjati, I., Sari, L., Hilyawan, M. R., Zakaria, Z., Shairi, N. A., Hikmaturokhman, A., & Firmansyah, T. (2022). Triple Band Notched Microstrip Antenna Using Planar Series 2x2 Element Array for 5G Communication System. *Journal of Nano- and Electronic Physics*, 14(1), 1–5. [https://doi.org/10.21272/jnep.14\(1\).01019](https://doi.org/10.21272/jnep.14(1).01019)
- Alam, S., Surjati, I., Sari, L., Ningsih, Y. K., Suryadi, Trihantoro, G., Firmansyah, T., & Zakaria, Z. (2023). WIDE BAND AND HIGH GAIN MICROSTRIP ANTENNA USING PLANAR SERIES ARRAY 4x2 ELEMENT FOR 5G COMMUNICATION SYSTEM. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4(5(124)), 16–24. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2023.285395>
- Basit, A., Daraz, A., Khan, M. I., Saqib, N., & Zhang, G. (2023). Design, Modeling, and Implementation of Dual Notched UWB Bandpass Filter Employing Rectangular Stubs and Embedded L-Shaped Structure. *Fractal and Fractional*, 7(2). <https://doi.org/10.3390/fractalfract7020112>
- Fang, D. G. (2017). Antenna Theory and Microstrip Antennas. *Antenna Theory and Microstrip Antennas*, 1–299. <https://doi.org/10.1201/b10302>
- Hikmaturokhman, A., Ramli, K., & Suryanegara, M. (2018). Spectrum Considerations for 5G in Indonesia. *Proceeding - 2018 International Conference on ICT for Rural Development: Rural Development through ICT: Concept, Design, and Implication, IC-ICTRuDEv 2018*, 23–28. <https://doi.org/10.1109/ICICTR.2018.8706874>
- Hobbs, S. (2018). *Valuing 5G Spectrum : Valuing the 3. 5 GHz and C-Band Frequency Range*. February, 1–8.
- Höyhty, M., Apilo, O., & Lasanen, M. (2018). Review of latest advances in 3GPP standardization: D2D communication in 5G systems and its energy consumption models. *Future Internet*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/fi10010003>
- Hussain, R., Alreshaid, A. T., Podilchak, S. K., & Sharawi, M. S. (2017). Compact 4G MIMO antenna integrated with a 5G array for current and future mobile handsets. *IET Microwaves, Antennas and Propagation*, 11(2), 271–279. <https://doi.org/10.1049/iet-map.2016.0738>
- Koesmarijanto, K., Azizah, A., & Darmono, H. (2022). Design and Implementation of 2x4 Truncated Corner Patch Microstrip Array Antenna with U-Slot at 2.4 GHz Frequency for Wi-Fi Applications. *Jurnal Jartel*

- Jurnal Jaringan Telekomunikasi*, 12(4), 251–257. <https://doi.org/10.33795/jartel.v12i4.405>
- Pandey, A. (2019). *Practical Microstrip and Printed Antenna Design*. Artech house.
- Sandi, E., Rusmono, Diamah, A., & Vinda, K. (2020). Ultra-wideband microstrip array antenna for 5G millimeter-wave applications. *Journal of Communications*, 15(2), 198–204. <https://doi.org/10.12720/jcm.15.2.198-204>
- Sholeh, M., & Rahayu, Y. (2018). Perancangan Antena Mimo Array 37 Ghz Untuk Jaringan Komunikasi 5G. *Jurnal Nasional Teknik Elektro*, 5(2), 1–9.
- Shreekant, K. (2017). T shaped antenna array composed of unit cell resonators. *8th International Conference on Computing, Communications and Networking Technologies, ICCCNT 2017*, 1, 8–11. <https://doi.org/10.1109/ICCCNT.2017.8204184>
- Vadlamudi, R., & Sriram Kumar, D. (2020). Triple-Band DP, Low Profile and High Gain Antenna with High Isolation for 4G (Band 40/41) and 5G BTS Applications. *2020 IEEE 3rd 5G World Forum (5GWF)*, 479–483. <https://doi.org/10.1109/5GWF49715.2020.9221290>



JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING

 [UNIVERSITAS MEDAN AREA](#)

 [P-ISSN : 25496247](#) <> [E-ISSN : 25496255](#)  [Subject Area : Science, Engineering](#)



1.52593

Impact Factor



693

Google Citations



Sinta 3

Current Accreditation

 [Google Scholar](#)  [Garuda](#)  [Website](#)  [Editor URL](#)

History Accreditation

2017 2018 2019 2020 2021 2022 2023 2024

Garuda Google Scholar

Performance Evaluation Of Variations Boosting Algorithms For Classifying Formalin Fish From Photos

[Universitas Medan Area](#)  [JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING Vol. 6 No. 2 \(2023\): Issues January 2023 621-629](#)
 2023  [DOI: 10.31289/jite.v6i2.6614](#)  [Accred : Sinta 3](#)

Analysis of Vsat Gyro performance based on the power level of the antenna receiver on the Pelni ship

[Universitas Medan Area](#)  [JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING Vol. 6 No. 2 \(2023\): Issues January 2023 344-356](#)
 2023  [DOI: 10.31289/jite.v6i2.7535](#)  [Accred : Sinta 3](#)

Design and Build 4G Open Radio Access Network at SmartLab Politeknik Negeri Jakarta

[Universitas Medan Area](#)  [JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING Vol. 6 No. 2 \(2023\): Issues January 2023 414-423](#)
 2023  [DOI: 10.31289/jite.v6i2.7537](#)  [Accred : Sinta 3](#)

Development of Mobile-Based Crowdfunding Application

[Universitas Medan Area](#)  [JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING Vol. 6 No. 2 \(2023\): Issues January 2023 357-366](#)
 2023  [DOI: 10.31289/jite.v6i2.7595](#)  [Accred : Sinta 3](#)

Data Clustering Recommendations For Selection Student Majors To Higher Education Using The K-Means Method (Case Study of SMAN 2 Palembang)

[Universitas Medan Area](#)  [JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING Vol. 6 No. 2 \(2023\): Issues January 2023 367-377](#)

 2023

 [DOI: 10.31289/jite.v6i2.7911](#)

 [Accred : Sinta 3](#)

Bandwidth Enhancement of 2x1 Microstrip Array Antena Using Slit Technique for Wireless Communication System

Universitas Medan Area

 [JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING](#) Vol. 6 No. 2 (2023): Issues January 2023 424-433

 2023

 [DOI: 10.31289/jite.v6i2.8055](#)

 [Accred : Sinta 3](#)

Optimization of Faster R-CNN to Detect SNI Masks at Mandatory Mask Doors

Universitas Medan Area

 [JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING](#) Vol. 6 No. 2 (2023): Issues January 2023 602-611

 2023

 [DOI: 10.31289/jite.v6i2.8128](#)

 [Accred : Sinta 3](#)

Identification of Floods in Palembang Area Using Fuzzy Logic Method of Mamdani and Sugeno

Universitas Medan Area

 [JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING](#) Vol. 6 No. 2 (2023): Issues January 2023 434-444

 2023

 [DOI: 10.31289/jite.v6i2.8146](#)

 [Accred : Sinta 3](#)

Optimization Model of Fishery Products Supply Chain Using Mixed Integer Linear Programming Method

Universitas Medan Area

 [JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING](#) Vol. 6 No. 2 (2023): Issues January 2023 378-392

 2023

 [DOI: 10.31289/jite.v6i2.8186](#)

 [Accred : Sinta 3](#)

Analysis of End-to-End Delay Video Conferencing Services on a Mobile Ad Hoc Network

Universitas Medan Area

 [JOURNAL OF INFORMATICS AND TELECOMMUNICATION ENGINEERING](#) Vol. 6 No. 2 (2023): Issues January 2023 393-402

 2023

 [DOI: 10.31289/jite.v6i2.8231](#)

 [Accred : Sinta 3](#)

View more ...