

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Teknologi telekomunikasi terus berkembang dari mulai adanya 1G, 2G, 3G, 4G, dan yang terbaru sekarang adalah 5G [1]. Jaringan generasi kelima atau 5G ini mempunyai kecepatan yang jauh lebih baik dibanding pendahulunya yaitu 4G [2], menurut ITU (*International Telecommunication Union*) jaringan 5G bisa bekerja hingga kecepatan 20 Gbps pada *downlink* dan 10 Gbps pada *uplink*, dengan waktu pengiriman data atau latensi mencapai 1ms [3][4]. Jaringan 5G mempunyai rentang frekuensi 3,4 - 3,8 GHz dan menjadi pita utama untuk 5G di eropa [5]. Di indonesia beberapa satelit, termasuk PALAPA D, TELKOM 3S, BRISat, TELKOM-4, menggunakan frekuensi *extended C-band* (3,4–3,7 GHz). Selain itu, lebih dari 100.000 layanan VSAT (*Very Small Aperture Terminal*) yang tersebar di seluruh Indonesia, akan mempengaruhi penggunaan frekuensi 3,5 GHz untuk layanan 5G di Indonesia [6].

Salah satu perangkat yang penting agar bisa mentransmisikan jaringan 5G adalah antena. Menurut IEEE std 145- 1983 antena merupakan alat yang dapat memancarkan dan menerima gelombang elektromagnetik [7]. Antena mikrostrip menjadi pilihan untuk pengembangan jaringan 5G karena mempunyai kelebihan dengan bentuk nya yang kecil dan ringan serta mampu bekerja pada frekuensi tinggi. Namun di samping kelebihanannya antena mikrostrip mempunyai kelemahan yaitu, keterarahan yang kurang baik, *bandwidth* yang sempit, *gain* yang rendah, dan sering menimbulkan *multipath fading*, *multipath fading* merupakan gangguan yang disebabkan oleh adanya pemantulan, pembiasan, dan difraksi dari objek di sekitarnya seperti bangunan, pohon, dan tanah pada saat sinyal di transmisikan [8][9]. Teknologi yang tepat untuk menanggulangi kekurangan antena mikrostrip tersebut yaitu dengan menggunakan metode *Multiple Input Multiple Output* (MIMO).

Teknologi MIMO (*Multiple Input Multiple Output*) bekerja melalui prinsip *spatial multiplexing*, yang memungkinkan pengiriman data independen secara simultan melalui antena yang berbeda, serta *diversity gain* yang mengurangi efek *fading* dan meningkatkan keandalan transmisi. Selain itu, MIMO menggunakan

*beamforming* untuk mengarahkan sinyal secara efisien ke penerima yang diinginkan [10]. Namun, antena MIMO memiliki kekurangan yakni efek *mutual coupling*, yang disebabkan oleh adanya interaksi elektromagnetik antara elemen antena yang berdekatan sehingga mengakibatkan penurunan performa terutama pada isolasinya [10][11].

Terdapat beberapa metode yang dapat digunakan untuk meningkatkan isolasi antena MIMO diantaranya *Defected Ground Structure (DGS) Dan Electromagnetic Band Gap (EBG)*. *Defected Ground Structure (DGS)* adalah teknik yang digunakan untuk mengurangi *coupling* antara elemen-elemen antena dengan cara menghilangkan (*etching*) sebagian bidang *ground* pada antena. Tujuan utamanya adalah untuk menekan gelombang permukaan yang dapat mengurangi sinyal dan meningkatkan efek *mutual coupling* [12]. Di sisi lain, *electromagnetic Band Gap (EBG)* digunakan untuk meningkatkan *gain* dan pola radiasi pada antena serta dapat mengurangi gangguan antar elemen antena, sehingga dapat mengurangi efek *mutual coupling* dan dapat meningkatkan kualitas sinyal. Dengan memasukkan struktur EBG dalam desain antena, isolasi antara elemen antena dapat ditingkatkan lebih lanjut, yang berkontribusi pada peningkatan kinerja antena secara keseluruhan [13].

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk peningkatan isolasi antena mikrostrip MIMO dengan metode *Defected Ground Structure (DGS)* dan *Electromagnetic Band Gap (EBG)*, untuk mencapai isolasi yang lebih baik dan kinerja optimal pada pita frekuensi 3,5 GHz, yang merupakan salah satu pita frekuensi yang sedang banyak diteliti untuk komunikasi 5G di Indonesia, maka dari itu untuk perkembangan teknologi telekomunikasi Indonesia yang lebih baik, pengembangan dan perancangan antena ini penting dan harus dirancang sebaik mungkin agar antena 5G bisa bekerja dengan performa yang baik [14], selain itu penerapan desain ini diharapkan dapat mendukung implementasi jaringan 5G yang lebih efisien dan andal di Indonesia, sejalan dengan meningkatnya permintaan akan konektivitas berkecepatan tinggi dan latensi rendah.

## 1.2 Kajian Terdahulu

Pembuatan Tugas Akhir ini mempunyai beberapa referensi utama seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.1

Tabel 1. 1 Referensi utama.

No	Judul	Peneliti	Tahun
1.	Rancang Bangun Antena Mikrostrip Mimo <i>Triangular Patch</i> Frekuensi 2300 Mhz Untuk Teknologi 4g Lte ( <i>Long Term Evolution</i> )	Erlis Cahyani, Maria Ulfah S.T., M.T.	2020
2.	<i>Enhancing MIMO Antenna Isolation Characteristic by Manipulating the Propagation of Surface Wave</i>	Zhuo Yang, Jun Xiao, dan Qiubo Ye	2020
3.	Antena Mimo-Uwb 4x4 <i>Dual Bands Notched</i> Dengan Menggunakan Metode Ebg Dan Slits	Wahdina Jamil, Firdaus Nursal, Yulindon.	2023
4.	Antena Mikrostrip MIMO Dengan Teknik <i>Planar Series Array</i> 4x2 Elemen Untuk Sistem Komunikasi 5G	Syah Alam, dkk	2024
5	<i>Efficient Isolation of an MIMO Antenna Using Defected Ground Structure</i>	Haoran Xing, dkk	2020
6	Perancangan, Optimasi dan Analisis <i>High Isolation Dual-Band</i> MIMO 5G Antena untuk Implementasi pada <i>Smartphone</i>	Rizcky Gandarrityaz, Muhammad Fauzan Edy Purnomo, Fakhriy Hario Partiansyah	2022

Penelitian yang dilakukan oleh Erlis Cahyani, dkk membahas tentang antena mikrostrip mimo *triangular patch* frekuensi 2300 MHz untuk teknologi 4G LTE. Untuk perancangan antena menggunakan *software CST Studio* dengan mengacu kepada parameter referensi yakni VSWR, *Return Loss*, *Gain*, *Bandwidth*. dan dilanjutkan dengan pabrikan antena 2x2 , 4x4 dan 8x8. Antena MIMO *triangular* yang dirancang memiliki panjang sisi  $a = 30$  mm, sehingga hasil perancangan antena mikrostrip MIMO 2x2 diperoleh nilai VSWR 1.588, *return loss* -18.478 dB, *gain* 4.695 dB. Hasil simulasi antena 4x4 VSWR 1.4646, *return loss* -18.697 dB, *gain* 4.791 dB. Hasil simulasi antena 8x8 VSWR 1.4094, *return loss* - 26.747 dB, *gain*

4.9001 dB dengan polarisasi *omnidirectional* dan *bandwidth* 100 MHz. Pengujian antenna dilakukan menggunakan *speed test* dengan 3 kondisi yaitu di luar ruangan (*outdoor*), dalam ruangan (*indoor*), dan berdasarkan jarak. Sehingga diperoleh hasil secara keseluruhan menunjukkan antenna MIMO 8x8, dimana pengujian dilakukan di luar ruangan (*outdoor*) keadaan tidak bergerak (statis) lebih unggul dibandingkan dalam keadaan bergerak (dinamis) [15].

Penelitian yang dilakukan oleh Zhuo Yang et al. [10], berbagai teknik seperti *Complementary Split Ring Resonator* (CSSR), *Defected Ground Structure* (DGS), dan *Electromagnetic Band Gap* (EBG) digunakan untuk mendesain antenna MIMO di frekuensi 3,25 GHz. Sementara struktur CSSR ditempatkan di sisi tepi *groundplane* untuk mengarahkan gelombang permukaan, struktur EBG tipe *mushroom* digunakan untuk menekan gelombang permukaan. Selain itu, struktur DGS berbentuk H ditambahkan untuk meningkatkan efek *decoupling* secara keseluruhan untuk antenna yang dirancang. Dengan nilai isolasi antenna <-20 dB, antenna yang dirancang untuk simulasi dan pabrikan menghasilkan efek *mutual coupling* yang kecil [11].

Penelitian yang dilakukan oleh Wahdina Jamil, dkk membahas tentang Antena Mimo-Uwb 4x4 *Dual Bands Notched* Dengan Menggunakan Metode Ebg Dan Slits, Antena pabrikan memiliki nilai impedansi *bandwidth* melalui  $S_{11} < -10$  dB pada kisaran 2,7-12 GHz, termasuk frekuensi dari pita berlekuk yang dihasilkan. Dengan impedansi *bandwidth* yang dihasilkan mencapai -50 dB pada frekuensi 3,05 GHz. Antena UWB MIMO ini menghasilkan *Envelope Correlation Coefficient* (ECC) < 0.4, membentuk pola radiasi *omni-directional*, memiliki penguatan 2,6 kali pada frekuensi 7,01 GHz, nilai VSWR yang konsisten sebesar 1,6 pada frekuensi 5,6-12 GHz di luar pita berlekuk yang dihasilkan, dan Koefisien Refleksi Aktif Total (TARC) yang mencapai -24 dB pada frekuensi 7,2 GHz. Hasil dari makalah ini dapat menjadi gambaran dalam membuat antenna UWB MIMO [16].

Penelitian yang dilakukan oleh Syah Alam, dkk membahas tentang Antena Mikrostrip MIMO Dengan Teknik *Planar Series Array* 4x2 Elemen Untuk Sistem Komunikasi 5G, hasil pengukuran, antenna yang dirancang memiliki koefisien refleksi  $\leq -10$  dB, koefisien isolasi  $\leq -40$  dB dengan rentang frekuensi 3.1 GHz –

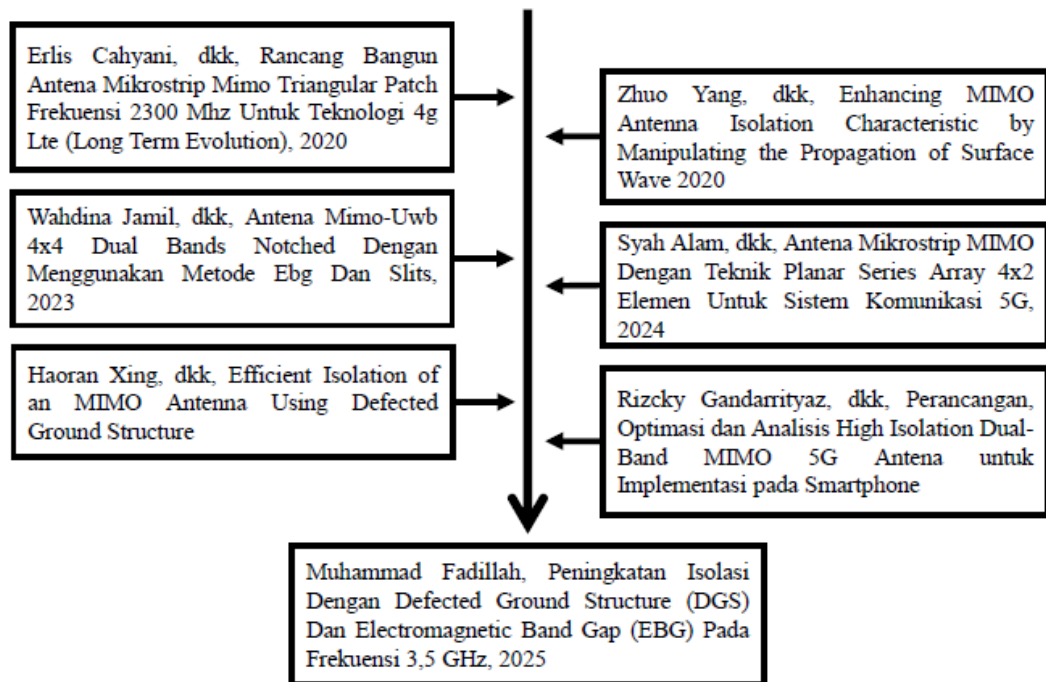
3,7 GHz dan *gain* maksimum sebesar 12,52 dB pada frekuensi resonansi 3,5 GHz. *Bandwidth* dan penguatan antenna masing-masing meningkat sebesar 172.72% dan 160.83 %. Penelitian ini dapat direkomendasikan untuk digunakan sebagai antenna penerima sistem komunikasi 5G [17].

Penelitian yang dilakukan Haoran Xing, dkk membahas tentang efisiensi isolasi untuk antenna MIMO menggunakan *Defected Ground Structure* (DGS). Untuk menerapkan isolasi yang efisien antara unit-unit antenna *Multiple Input Multiple Output* (MIMO), *Defected Ground Structure* (DGS) telah diteliti. Sebuah antenna dengan dua elemen yang beroperasi pada frekuensi 5,8 GHz dan dicatu menggunakan koaksial dipertimbangkan dalam penelitian ini. Untuk mengurangi *mutual coupling* antara elemen-elemen, sebuah alur zigzag dimasukkan di bagian tengah antara kedua elemen yang membentuk DGS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *mutual coupling* berkurang sebesar 28,8 dB ketika DGS digunakan, dan nilai ECC kurang dari 0,02. Berkat kinerja yang baik ini, setiap elemen antenna dapat beroperasi secara hampir independen, sehingga antenna MIMO dapat diterapkan secara efisien dalam sistem *Internet of Things* (IoT) pita sempit [18].

Penelitian yang dilakukan oleh Rizcky Gandarrityaz, dkk membahas tentang perancangan dan optimasi elemen antenna *folded monopole meander line* dengan dimensi 31,5 x 16 mm yang dapat bekerja secara *dual-band* yaitu pada frekuensi 700 MHz dan 2,3 GHz. Kemudian diimplementasikan dalam dua rancangan konfigurasi 8 *port* MIMO antenna yang berbeda posisi penempatan *portnya*. Hasil simulasi menunjukkan konfigurasi 1 memiliki isolasi tinggi dan kinerja lebih optimal dibandingkan dengan konfigurasi 2, di mana  $RL < -10$  dB pada kedua frekuensi kerja, isolasi tinggi tanpa adanya tambahan elemen *decoupling* yaitu  $>20,64$  dB dan  $>16,94$  dB pada frekuensi 700 MHz dan 2,3 GHz secara berurutan,  $ECC < 0,1$  dan efisiensi antenna mencapai 71,4% dan 84,6% pada frekuensi 700 MHz dan 2,3 GHz secara berurutan [19].

Berdasarkan beberapa referensi penelitian yang telah dikaji, penelitian ini akan difokuskan pada peningkatan isolasi antenna MIMO dengan menggunakan *Defected Ground Structure* (DGS) dan struktur *Electromagnetic Band Gap* (EBG) pada frekuensi 3,5 GHz. Unsur pembaharuan dimasukkan dalam penelitian ini yaitu

desain antenna yang dirancang dan juga pita frekuensi yang digunakan. Setelah proses desain, antenna yang dirancang akan dipabrikasi dan hasil pengujian akan dianalisis. Gambar 1. 1 menunjukkan hubungan penelitian.



Gambar 1. 1 Hubungan penelitian.

### 1.3 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan, maka rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimana rancangan dan realisasi antenna *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) dengan penambahan struktur *Defected Ground Structure* (DGS) dan struktur *Electromagnetic Band Gap* (EBG) untuk peningkatan isolasi pada frekuensi 3,5 GHz?
2. Bagaimana kinerja antenna *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) dengan penambahan struktur *Defected Ground Structure* (DGS) dan struktur *Electromagnetic Band Gap* (EBG) untuk peningkatan isolasi pada frekuensi 3,5 GHz?



## **1.4 Tujuan dan Manfaat**

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah, maka tujuan dan manfaat dari penelitian ini sebagai berikut:

### **1.4.1 Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut

1. Merancang dan merealisasikan antenna mikrostrip *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) dengan penambahan *Defected Ground Structure* (DGS) dan struktur *Electromagnetic Band Gap* (EBG) untuk peningkatan isolasi pada frekuensi 3,5 GHz.
2. Menganalisis kinerja antenna mikrostrip MIMO dengan penambahan *Defected Ground Structure* (DGS) dan struktur *Electromagnetic Band Gap* (EBG) untuk peningkatan isolasi pada frekuensi 3,5 GHz.

### **1.4.2 Manfaat**

Penelitian ini memiliki manfaat dari segi akademis maupun praktis, yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian ini memiliki manfaat akademis yang diharapkan dapat memberikan kontribusi akademis terutama di bidang telekomunikasi 5G khususnya antenna tipe *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) dengan adanya penambahan *Defected Ground Structure* (DGS) dan struktur *Electromagnetic Band Gap* (EBG).
2. Manfaat praktis pada hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan untuk penelitian selanjutnya dalam merealisasikan antenna antenna tipe *Multiple Input Multiple Output* (MIMO) dengan penambahan *Defected Ground Structure* (DGS) dan struktur *Electromagnetic Band Gap* (EBG) sebagai isolasi, untuk keperluan layanan 5G dengan frekuensi kerja 3,5 GHz.

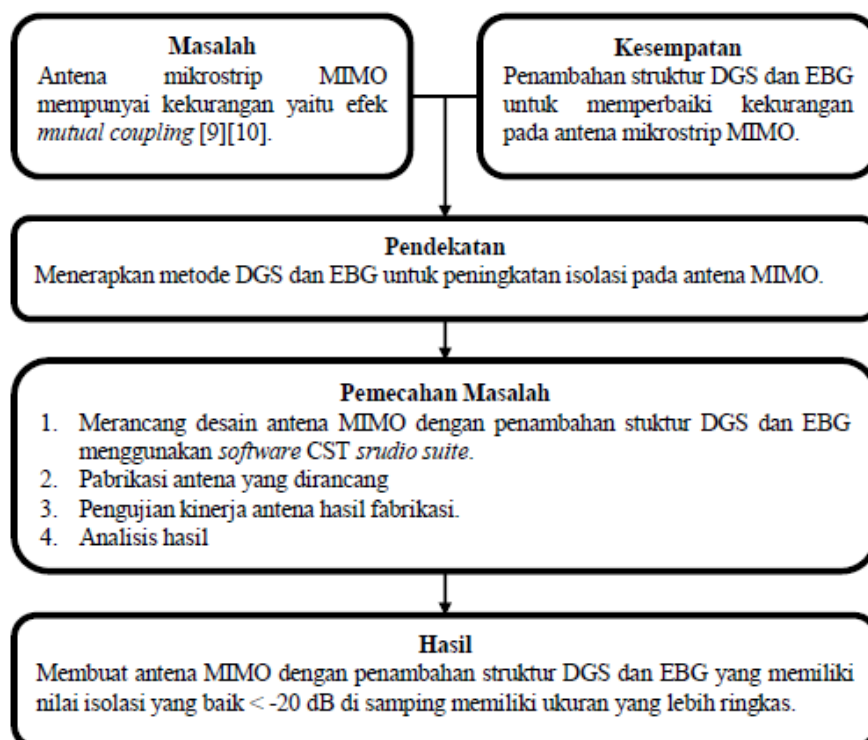
## **1.5 Batasan Masalah**

Penelitian ini memiliki batasan masalah agar lebih mudah untuk dibahas, maka batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan pada *substrate* yaitu *epoxy-FR04*, dan bahan yang digunakan pada *patch* dan *groundplane* yaitu *copper*, permitivias bahan 4.3
2. Bentuk antenna MIMO menggunakan *rectangular patch*.
3. Isolasi dengan metode DGS dan EBG tipe *uniplanar*.
4. Simulasi dan desain antenna menggunakan *software* CST STUDIO SUITE
5. Parameter yang diukur yaitu *return loss*, koefisien isolasi, VSWR, *gain*, *bandwidth*, dan pola radiasi.

## 1.6 Kerangka Berpikir

Kerangka berpikir merupakan alur pemikiran yang disusun secara sistematis untuk menguraikan hasil perumusan masalah penelitian, yang diharapkan dapat diselesaikan melalui beberapa pendekatan, serta melihat peluang pemecahan masalah tersebut. Pemecahan masalah ini diatur secara terstruktur guna mencapai tujuan penelitian, yaitu meningkatkan isolasi antenna dengan *Defected Ground Structure* (DGS) dan struktur *Electromagnetic Band Gap* (EBG) pada antenna di frekuensi 3,5 GHz. Untuk lebih lengkapnya pada Gambar 1. 2 dibuat kerangka berpikir untuk menjelaskan penelitian ini



Gambar 1. 2 Kerangka berpikir penelitian.



## 1.7 Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini memiliki sistematika penulisan dengan total 6 bab, dimana setiap bab mempunyai isi. Penjabaran dari isi setiap bab pada Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut.

### BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini diuraikan latar belakang, kajian terdahulu, rumusan masalah, tujuan, manfaat akademis dan praktis, batasan masalah, kerangka berpikir, dan sistematika penulisan.

### BAB 2 TEORI DASAR

Pada bab ini diuraikan teori-teori yang mendasari penelitian ini dari berbagai sumber terpercaya seperti buku, jurnal, artikel ilmiah, dan lain-lain serta memberikan gambaran tentang perangkat yang digunakan dalam penelitian ini.

### BAB 3 METODELOGI DAN JADWAL PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan diagram alir tahapan penelitian Tugas Akhir rancangan dan realisasi antenna dengan *Defected Ground Structure (DGS) Dan Electromagnetic Band Gap (EBG)* di frekuensi 3,5 GHz.

### BAB 4 PERANCANGAN DAN PABRIKASI

Bab ini memaparkan terkait perancangan antenna yang diawali dengan menentukan spesifikasi antenna yang dirancang, kemudian memaparkan proses-proses perancangan antenna dari mulai perhitungan, simulasi, optimasi hingga proses pabrikan sehingga didapatkan antenna dengan *Defected Ground Structure (DGS) Dan Electromagnetic Band Gap (EBG)* di frekuensi 3,5 GHz.

### BAB 5 PENGUJIAN DAN ANALISIS PEMBAHASAN

Bab ini memaparkan semua hal yang berkaitan dengan pengujian antenna pabrikan serta analisis parameter kinerja antenna dari hasil pengujian yang dilakukan.

### BAB 6 PENUTUP

Bab ini memaparkan terkait kesimpulan dari seluruh hasil penelitian berdasarkan tujuan awal yang hendak dicapai dan berisikan saran terhadap penelitian-penelitian selanjutnya yang bisa dilakukan.