

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Teknologi *wireless* menjadi perbincangan yang sangat menarik bagi para peneliti akhir-akhir ini, khususnya sebagai sistem praktis pengisian daya nirkabel yang biasa disebut dengan istilah *Wireless Power Transfer* (WPT) [1]. WPT merupakan sebuah metode untuk mentransfer energi listrik secara nirkabel dari sumber daya ke beban target listrik tanpa menggunakan kabel [2]. Teknologi WPT banyak digunakan dalam berbagai aplikasi seperti biomedis, kendaraan listrik, dan sistem perangkat pintar. Aplikasi lain dari WPT yang banyak digunakan pada saat ini adalah untuk pengisian baterai nirkabel/*wireless charging* yang digunakan oleh perangkat seluler [3], [4].

Sistem *wireless charging* terdiri dari beberapa bagian yaitu *transmitter coil*, osilator, dan *power amplifier* [5]. Regulasi penggunaan kanal frekuensi diatur oleh badan *International Telecommunication Union of Telecommunication* (ITU-T), salah satu regulasinya yaitu *Industrial, Scientific and Medical* (ISM). ISM merupakan kanal frekuensi yang dapat digunakan secara bebas untuk kepentingan pengembangan *industry science* (riset) dan medikal sehingga untuk penelitian WPT dapat menggunakan frekuensi ini yaitu pada 13.56 MHz. Berdasarkan hal tersebut, maka diperlukan *transmitter coil* yang dapat beroperasi pada frekuensi kerja 13,56 MHz [6].

Transmitter coil memiliki peran penting dalam mentransfer daya listrik dari sumber ke beban listrik. Frekuensi resonansi sangat menentukan dimensi fisik dari *patch transmitter coil* [7]. Dibutuhkan metode yang tepat ketika proses mendesain *transmitter coil* untuk mengurangi dimensi area dari *patch* yang dibutuhkan sehingga dapat bekerja pada frekuensi operasi rendah tersebut[8]. Penelitian sebelumnya oleh Ridwan pernah dibuat *transmitter coil* untuk frekuensi ISM 13.56 MHz yang menghasilkan *transmitter coil* yang memiliki ukuran 240 mm x 240 mm dengan panjang *patch* 8.181 meter [5]. Pemanfaatan *short pin planar inverted F structure* dimana dapat mengurangi ukuran fisik *patch* hingga 20% yang dapat memotong strip *transmitter coil* hingga 2,617m. Selain itu hasil simulasi juga

menunjukkan bahwa *transmitter coil* yang menerapkan metode *planar inverted F structure* memiliki kinerja nilai S_{11} sebesar $-37,73\text{dB}$ pada frekuensi $13,56\text{MHz}$ [9]. *Planar inverted F structure* merupakan metode pengembangan dari *Planar Inverted F Antena* (PIFA). Penelitian sebelumnya merancang *transmitter coil* dengan memanfaatkan prinsip dari antena microstrip, sehingga penerapan *Planar inverted F structure* merupakan hal yang tepat dimana PIFA merupakan sebuah ide antena monopole yang dikembangkan dengan antena mikrostrip untuk menciptakan antena yang memiliki bentuk kompak [10].

Melihat hasil dimensi yang diperoleh dari penelitian dengan penambahan *shorting pin* tersebut dirasa masih terlalu besar, sehingga menyulitkan proses fabrikasi serta mempengaruhi penerapan *transmitter coil* untuk diaplikasikan pada aplikasi sistem WPT. Penerapan WPT yang akan dilakukan berfokus untuk aplikasi *wireless charging*, dimana dibutuhkan bentuk ukuran yang lebih kompak dan biaya yang lebih murah. Maka dari itu dibutuhkan metode tambahan untuk dapat mereduksi kembali ukuran setelah penambahan *shorting pin*.

Beragam teknik bisa digunakan untuk mereduksi dimensi *patch* dari *transmitter coil* tersebut. Salah satu metode yang dapat digunakan ialah penambahan *Defected Ground Structure* (DGS). DGS merupakan sebuah metode membentuk sebuah pola tersketsa pada bidang *ground* atau dapat dikatakan sebagai pencacatan bidang *ground* maka dari itu disebut sebagai *defected ground structure*. Cacat pada bidang *ground* ini akan mengganggu distribusi arus dan merubah impedansi dari antena sehingga mengubah kapasitansi dan induktansi efektif garis mikrostrip dengan menambahkan resistansi slot, kapasitansi, dan induktansi [11]. Penelitian Ji-In Jung berhasil memanfaatkan struktur dasar *rectangular* DGS yang telah dimodifikasi untuk mengurangi ukuran antena. Dengan pengaplikasian *rectangular* DGS dimensi *patch* antena pada $5,8\text{GHz}$ berhasil berkurang dari $15,4\text{mm} \times 11,5\text{mm}$ menjadi $15,4\text{mm} \times 10,6\text{mm}$ [12].

Dengan kelebihan *planar inverted F structure* dan DGS tersebut, pengaplikasian kombinasi kedua metode tersebut untuk diterapkan pada *transmitter coil* untuk mengurangi dimensi *patch* menjadi latar belakang penulis untuk meneliti lebih lanjut terkait penerapan *planar inverted F structure* dan DGS pada *transmitter*

coil spiral untuk frekuensi kerja 13.56 MHz untuk diterapkan pada aplikasi *wireless charging*.

1.2 *State of The Art*

Pembuatan Tugas Akhir ini merujuk pada beberapa referensi utama pada Tabel 1.1.

Tabel 1.1 Referensi utama

| No | Judul | Peneliti | Tahun |
|----|--|--|-------|
| 1 | <i>Design of a Novel Compact MICS Band PIFA Antena for Implantable Biotelemetry Applications</i> | Ziyang Huang, Hao Wu, Seedahmed S. Mahmoud, dan Qiang Fang | 2022 |
| 2 | <i>A miniaturized ultrawideband Archimedean spiral antena for low-power sensor applications in energy harvesting</i> | Antonio Alex-Amor, Pablo Padilla, José M. Fernández-González, dan Manuel Sierra-Castañer | 2019 |
| 3 | <i>Miniature Archimedean Spiral PIFA Antenas for Biomedical Implantable Devices</i> | Rajeev Kumar, Lakhvinder Singh Solanki, Surinder Singh | 2019 |
| 4 | <i>5.8-GHz Patch Antena with an Enhanced Defected Ground Structure for Size Reduction and Increased Bandwidth</i> | Ji-In Jung, Jong-Ryul Yang | 2022 |
| 5 | <i>Design and Parametric Study of Circular Polarized Electrically Small Archimedean Spiral PIFA Antena for Biomedical Implants in ISM Band</i> | Sina Saeedi, Arezoo Abdi, Farhad Ghorbani, Hadi Aliakbarian, Ramezan Ali Sadeghzadeh | 2021 |

Tabel 1.1 menunjukkan beberapa referensi penelitian yang memiliki tema sebidang dengan penelitian yang akan dilakukan. Penelitian Ziyang Huang, dkk merancang desain Antena *Planar Inverted F-Antena* (PIFA) untuk komunikasi biotelemetric pada pita frekuensi *Medical Implant Communication Services*

(MICS) 402-405 MHz. Dengan memanfaatkan struktur PIFA, posisi *shorting pin* mempengaruhi frekuensi resonansi *antena* dan kesesuaiannya dengan sistem pengumpannya. Diharapkan hasil pemanfaatan struktur PIFA tersebut berhasil mengurangi ukuran sebesar 0.013λ dan ukuran kompak sebesar $10 \times 10 \times 1.905 \text{ mm}^3$ [13].

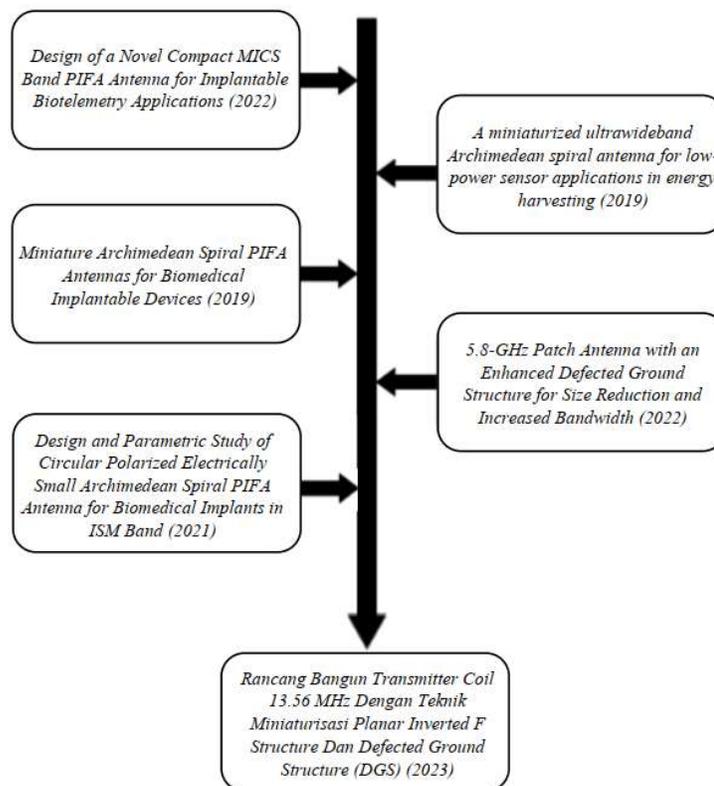
Penelitian Antonio Alex-Amor, dkk merancang manufaktur dan desain pengukuran miniatur *antena archimedian spiral ultrawideband* untuk aplikasi sensor berdaya rendah untuk pemanenan energi. *Antena spiral* dipilih dikarenakan termasuk kedalam klasifikasi *antena independent frekuensi* yang mana *antena* mempertahankan beberapa parameter radiasinya tetap konstan, seperti impedansi input atau *bandwidth*, dalam kaitannya dengan frekuensi. Desain *archimedian spiral* terporalisasi melingkar berhasil mengurangi dimensi sebesar $5.5 \times 5.5 \text{ cm}^2$ dengan teknik miniaturisasi memperpanjang lengan spiral [14].

Penelitian Rajeev Kuma, dkk mendesain miniatur *antena PIFA archimedian spiral* untuk perangkat implant biomedis. Proses desain memanfaatkan *antena PIFA archimedian spiral multi-layer* dengan teknik pencatutan *coaxial probe*. Penggunaan substrat dengan dielektrik tinggi, *patch multi-layer*, dan *shorting pin* PIFA membantu dalam proses miniaturisasi. Desain *antena* untuk pita ISM lebih terpengaruh di sisi lain desain pita MICS mempertahankan posisinya dengan menyesuaikan panjangnya saja. Dengan kata lain desain *antena* yang dibuat memiliki kemampuan dapat mencapai *impedansi matching* 50Ω hanya dengan melakukan pergeseran *feed point* dan *shorting pin* [15].

Penelitian Ji-In Jung, dkk mendesain sebuah DGS yang dimodifikasi dari struktur *rectangular* awal menjadi berbentuk ibu jari dilakukan untuk secara bersamaan dapat mengurangi ukuran *antena* dan meningkatkan *bandwidth*. Dalam penelitian tersebut struktur dasar *rectangular* DGS berhasil mengurangi ukuran dari *antena* tetapi tidak terlalu berpengaruh secara signifikan terhadap peningkatan *bandwidth*. Dengan pengaplikasian *rectangular* DGS dimensi patch *antena* pada 5,8 GHz berhasil berkurang dari $15.4 \text{ mm} \times 11.5 \text{ mm}$ menjadi $15.4 \text{ mm} \times 10.6 \text{ mm}$ [12].

Penelitian Sina Saeedi, dkk mendesain miniatur antenna *archimedian spiral* untuk kebutuhan implan biomedik pada frekuensi ISM (902.8-928 MHz). Antena ini berukuran kecil secara elektrik, dengan volume $\pi \times 5 \text{ mm} \times 5 \text{ mm} \times 2,2 \text{ mm}$ dan diameter $0,03\lambda$. Antena yang dibuat disimulasikan dalam jaringan tiga lapis, termasuk kulit, lemak dan otot. Karakteristik struktur yang diusulkan menjadikannya pilihan yang cocok untuk aplikasi implant. Pemanfaatan efek dari parameter seperti panjang *archimedian spiral*, jarak dari pencatu ke *short pin*, ketebalan substrat, konstanta dielektrik, dan dielektrik *loss* garis singgung pada bandwidth, frekuensi resonansi, mempengaruhi hasil dimana hasil akhir antena memiliki lebar pita 25 MHz dan efisiensi total -16 dB [16].

Berdasarkan beberapa penelitian di atas, akan dilakukan penelitian terkait Rancang Bangun *Transmitter coil* 13.56 MHz Dengan penambahan *Planar Inverted F Structure* dan DGS. Hubungan penelitian diperlihatkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Hubungan penelitian

1.3 Rumusan Masalah

Rumusan Masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merancang *transmitter coil planar inverted f structure* untuk frekuensi 13.56 MHz dengan penambahan *defected ground structure (DGS)*?
2. Bagaimana simulasi *transmitter coil planar inverted f structure* untuk frekuensi 13.56 MHz dengan penambahan *defected ground structure (DGS)*?
3. Bagaimana fabrikasi *transmitter coil planar inverted f structure* untuk frekuensi 13.56 MHz dengan penambahan *defected ground structure (DGS)*?
4. Bagaimana kinerja dari *transmitter coil planar inverted f structure* untuk frekuensi 13.56 MHz dengan penambahan *defected ground structure (DGS)*?

1.4 Tujuan dan Manfaat

1.4.1 Tujuan

Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Melakukan perancangan *transmitter coil planar inverted f structure* untuk frekuensi 13.56 MHz dengan penambahan *defected ground structure (DGS)*.
2. Melakukan simulasi *transmitter coil planar inverted f structure* untuk frekuensi 13.56 MHz dengan penambahan *defected ground structure (DGS)*.
3. Melakukan fabrikasi *transmitter coil planar inverted f structure* untuk frekuensi 13.56 MHz dengan penambahan *defected ground structure (DGS)*.
4. Melakukan analisis kinerja *transmitter coil planar inverted f structure* untuk frekuensi 13.56 MHz dengan penambahan *defected ground structure (DGS)*..

1.4.2 Manfaat

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah :

1. Manfaat bagi Bidang Akademis
Memberikan kontribusi akademik mengenai perkembangan di bidang keilmuan telekomunikasi khususnya bidang antena pada sistem *wireless power transfer* khususnya pengaplikasian pada *wireless power charging*.
2. Manfaat Praktis
Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi beberapa pegiat teknis dalam sistem *wireless power charging*.

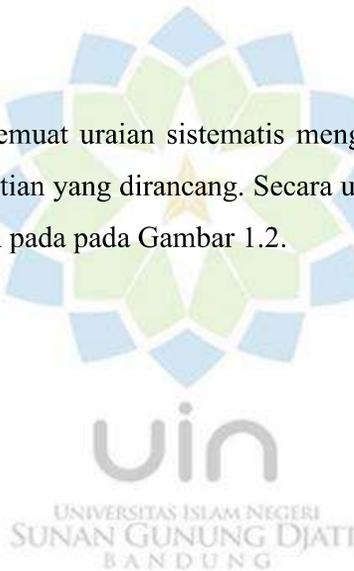
1.5 Batasan Masalah

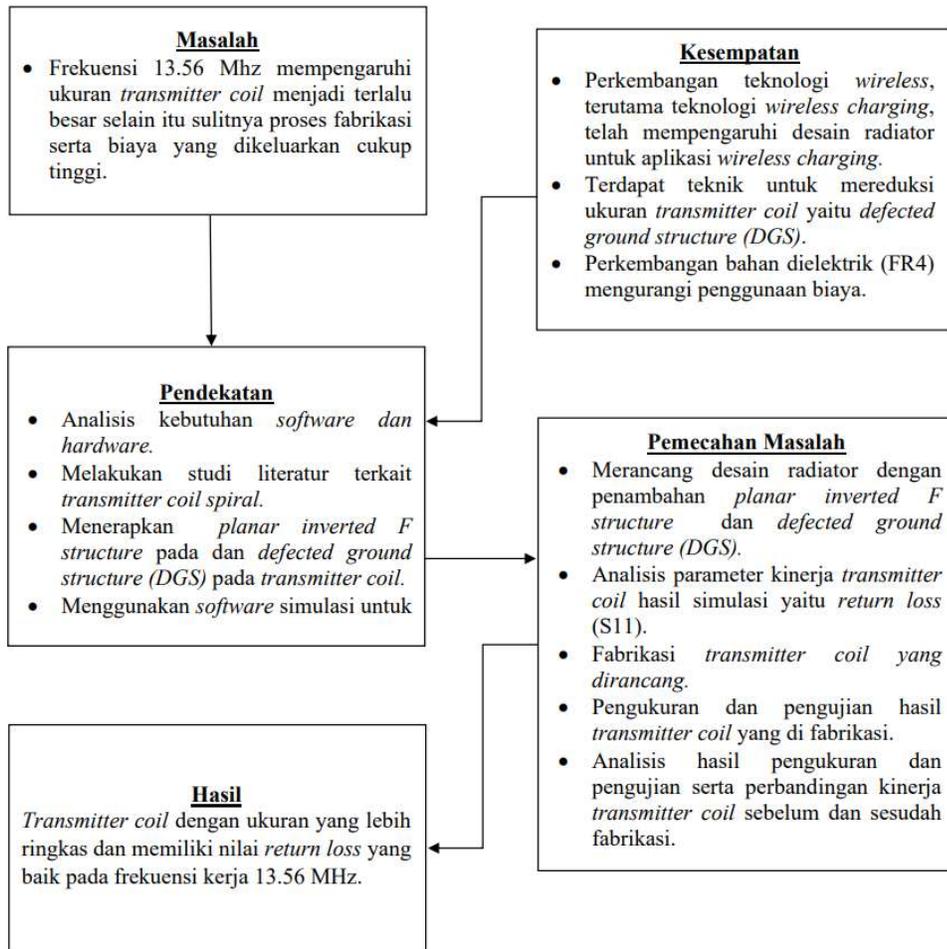
Batasan masalah penelitian ini adalah :

1. *Probe connector* yang digunakan sebesar 50Ω .
2. Bahan *substrate* yang digunakan yaitu *epoxy FR4*.
3. Teknik pencatuan yang digunakan adalah *coaxial feed*.
4. Pola DGS yang dibuat ialah berbentuk persegi atau *rectangular*.
5. Simulasi desain *antena* menggunakan *software* simulasi *antena*.
6. Parameter yang diukur adalah *return loss*, *VSWR*, dan *bandwidth*.
7. Pengukuran perfomansi antenna menggunakan *Vector Network Analyzer* (VNA).

1.6 Kerangka Berfikir

Kerangka berpikir memuat uraian sistematis mengenai alur pemikiran hasil perumusan masalah penelitian yang dirancang. Secara umum, kerangka pemikiran penelitian ini digambarkan pada pada Gambar 1.2.





Gambar 1.2 Kerangka berfikir

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, rumusan masalah, tujuan, manfaat akademis dan praktis, batasan masalah, *state of the art*, kerangka berpikir, dan sistematika penulisan.

BAB 2 TEORI DASAR

Pada bab ini diuraikan ilmu dan teori yang mendasari penelitian ini dari berbagai sumber terpercaya serta memberi gambaran tentang *tools* apa saja yang digunakan dalam penelitian ini.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada bab ini diberikan diagram alur penelitian dan jadwal penelitian untuk Tugas Akhir penelitian desain *transmitter coil spiral* 13.56 MHz dengan penambahan *planar inverted f structure* dan DGS.

BAB 4 PERANCANGAN DAN FABRIKASI

Bab ini memaparkan terkait perancangan *transmitter coil* yang diawali dengan menentukan spesifikasi *transmitter coil* yang dirancang, kemudian memaparkan proses-proses perancangan dari mulai perhitungan, simulasi, optimasi hingga proses fabrikasi sehingga didapatkan *transmitter coil spiral* 13.56 MHz dengan penambahan *planar inverted f structure* dan DGS.

BAB 5 PENGUJIAN DAN ANALISIS

Bab ini memaparkan semua hal yang berkaitan dengan pengujian antena fabrikasi serta analisis parameter kinerja *transmitter coil* 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.