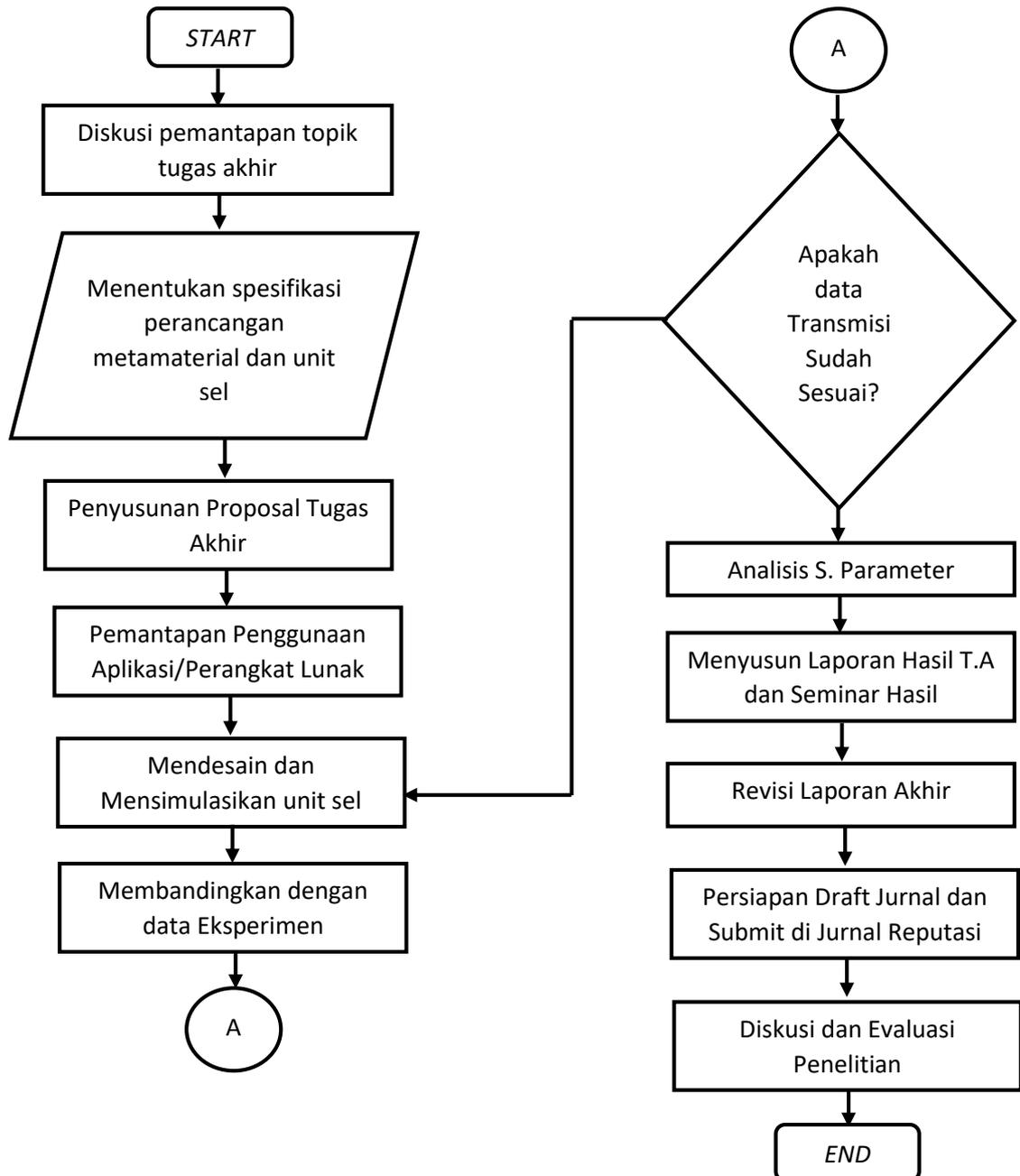


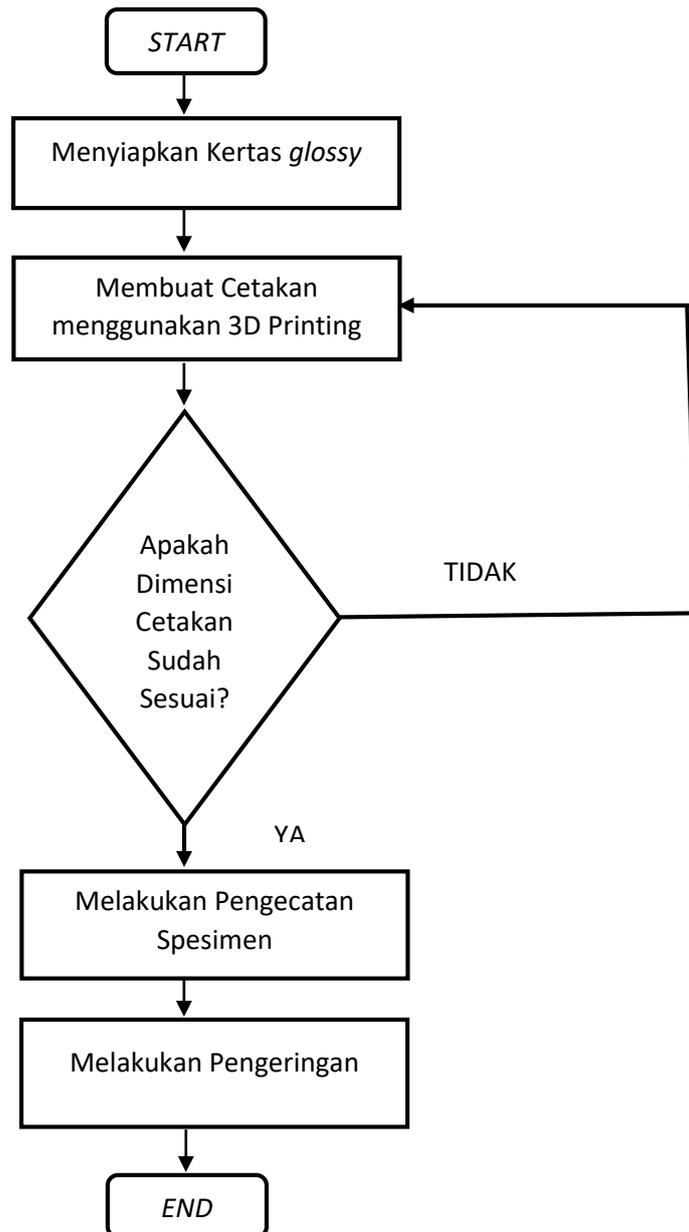
BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian dan Eksperimen

Pada penelitian kali ini dilakukan proses simulasi pada aplikasi dan eksperimental menggunakan 3D printing. Berikut adalah diagram alirnya :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.2 Diagram Alir Eksperimen

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Sesuai dengan peraturan yang telah ditentukan oleh pihak kampus bahwa mahasiswa harus menyelesaikan penelitian skripsinya selama 3 bulan terhitung sejak dilakukannya seminar proposal hingga sidang akhir. Tempat atau lokasi penelitian dimana penelitian ini akan dilaksanakan adalah di Institut Teknologi Sumatera.

3.3 Rencana Linimasa Penelitian

Rencana linimasa penelitian ini merupakan acuan rancangan penelitian agar penyelesaiannya tepat pada waktunya.

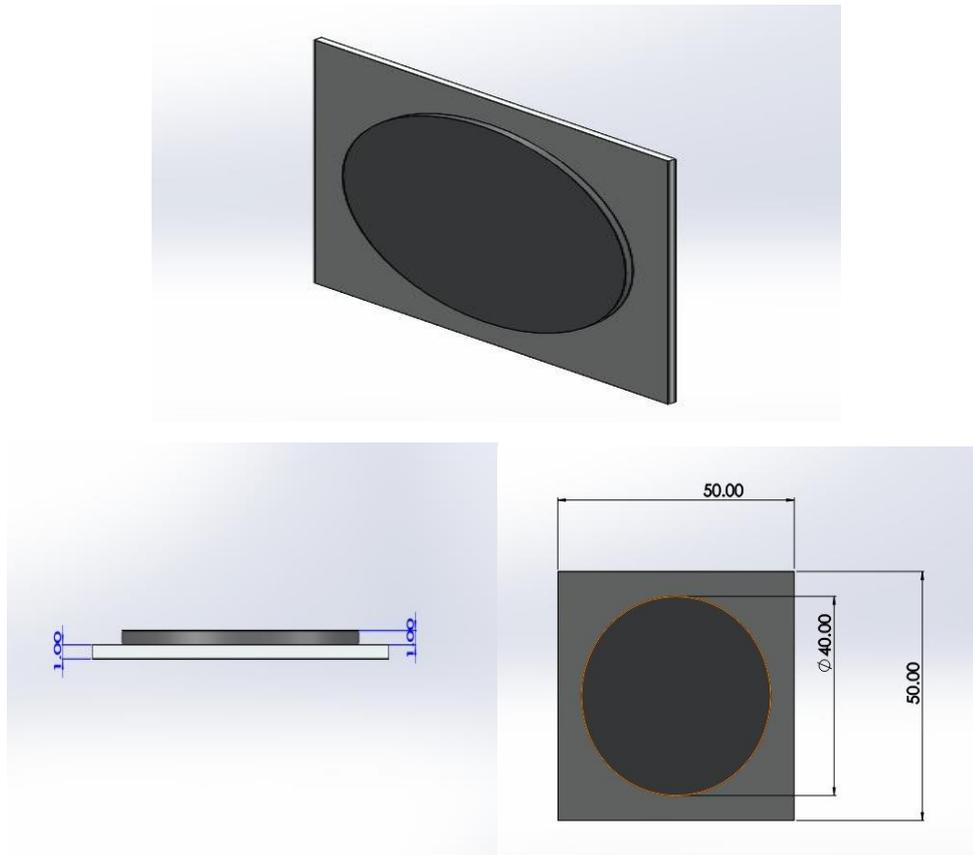
Tabel 3.1 Rencana Linimasa Penelitian

No.	Kegiatan	Feb	Mar	April	Mei	Juni	Juli
1	Diskusi dan Pemantapan Topik T.A						
2	Penyusunan Proposal T.A						
3	Seminar Proposal						
4	Pemantapan Penggunaan Software						
5	Desain, simulasi dan analisis data						
6	Penyusunan laporan hasil T.A						
7	Persiapan Seminar hasil dan sidang T.A						
8	Persiapan pembuatan draft jurnal						
9	Diskusi dan evaluasi penelitian						

3.4 Rancangan Desain

Pada penelitian ini, desain rancangan metamaterial dibuat menggunakan *software* CST STUDIO SUITE 2019. *Software* ini dapat memberi visualisasi desain dalam bentuk 3D dan juga dapat melakukan simulasi untuk menghitung berbagai keperluan dalam penelitian ini, meliputi Pembuatan Unit sel, *3D simulation*, scattering parameter, dll. Bahan dielektrik yang didesain akan berbentuk persegi dan bahan konduktornya akan berbentuk lingkaran. Pemilihan sel satuan berbentuk lingkaran dipilih karena diperkirakan akan

menghasilkan nilai indeks bias yang diharapkan. Selain itu desain lingkaran pada konduktor yang tidak mengikuti cetakan dari dielektriknya jarang ditemui pada kebanyakan pembuatan desain sel satuan. Berikut merupakan desain dari metamaterial di penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.3



Gambar 3.3 Gambar Desain Sel Satuan Lingkaran

Bentuk sel satuan pada penelitian kali ini terinspirasi dengan penelitian Hadi Teguh Yudistira dan Muhammad Asril [23], dimana mereka menggunakan sel satuan berbentuk lingkaran untuk menemukan nilai indeks bias negatif sampel metamaterial mereka dari frekuensi 3,4-4,6 GHz. Pada desain kali ini penulis memakai panjang sel satuan 4 cm yang disesuaikan berdasarkan perhitungan panjang sel satuan. Pada penelitian kali ini, frekuensi yang digunakan berkisar antara 3 GHz – 6 GHz. Berikut adalah langkah-langkah dalam menentukan panjang sel satuannya

$$c = \lambda \cdot f \quad (3.1)$$

Pada rumus diatas, c merupakan kecepatan cahaya ($c = 3 \times 10^8$ m/s). Sedangkan panjang gelombang dilambangkan sebagai λ dengan satuan (m) dan yang terakhir adalah f yaitu frekuensi yang memiliki satuan (Hz). Dari persamaan 3.1, dapat dicari rentang frekuensi dan dapat ditentukan sebagai berikut :

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad (3.2)$$

Untuk frekuensi 3GHz, panjang gelombangnya dapat dicari dari :

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{3 \times 10^9 \text{ Hz}} = \mathbf{0,10 \text{ m} = 10 \text{ cm}}$$

Sedangkan untuk frekuensi 6 GHz, panjang gelombangnya dapat dicari dari :

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{6 \times 10^9 \text{ Hz}} = \mathbf{0,05 \text{ m} = 5 \text{ cm}}$$

Dari hasil perhitungan rentang panjang gelombang, maka dapat diketahui bahwa rentang panjang gelombang yang akan digunakan bernilai 5 cm – 10 cm. Adapun cara untuk mengetahui panjang sisi metamaterial, yakni :

$$p = \frac{1}{10} \lambda_1 \text{ hingga } \frac{1}{2} \lambda_2$$

Panjang sel satuan dilambangkan dengan huruf p , sedangkan untuk panjang gelombang pada daerah negatif dilambangkan dengan λ_1 yang nilainya berkisar 5 cm. Dan panjang gelombang pada daerah positif dapat dilambangkan dengan λ_2 yang nilainya berkisar 10 cm. Persamaan diatas adalah persamaan yang digunakan untuk mengetahui nilai sisi ideal agar metamaterial dapat bekerja secara maksimal. Dari persamaan tersebut, dapat dicari panjang sisi rata-rata, yaitu :

$$p_1 = \frac{1}{10} \times 5 \text{ cm} = 0,5 \text{ cm} = \mathbf{5 \text{ mm}}$$

$$p_2 = \frac{1}{2} \times 10 \text{ cm} = 5 \text{ cm} = \mathbf{50 \text{ mm}}$$

Dari hasil yang didapat, dapat diketahui bahwa nilai panjang idealnya berkisar antara 5 mm – 50 mm. Maka dari itu panjang yang digunakan untuk penelitian kali ini adalah $p = 40$ mm.

3.5 Mekanisme Kerja

a. Proses Desain

Desain sampel untuk metamaterial pada penelitian kali ini dibuat dengan *software* CST STUDIO SUITE 2019 yang akan disesuaikan dengan kebutuhan dan spesifikasi yang dibutuhkan. Penggunaan *software* ini dilakukan untuk mempermudah dalam membuat dan menganalisis perhitungan terhadap sampel yang akan dibuat.

b. Membuat sampel Metamaterial

Pada tahapan ini, kita membuat sampel metamaterial dengan material dielektrik dan juga sel satuan dengan bantuan cetakan yang dibuat pada mesin 3D printing yang terdapat di lab uji material. Material dielektrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah material berbahan kertas glossy dan untuk sel satuannya menggunakan tinta silver (*Silver Ink*).

c. Pengukuran dan Pengambilan Data

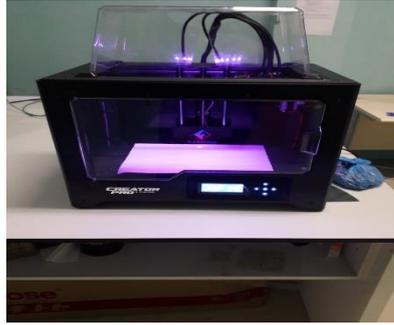
Setelah dilakukan printing dan juga membuat sampel benda uji, maka benda uji tersebut diukur menggunakan *Vector Network Analyzer (VNA)* sebagai parameter benda uji yang datanya akan diolah dan dianalisis sebagai penunjang keberhasilan penelitian ini.

3.6 Alat dan Bahan

a) Alat

1. Mesin 3D *printing*

Digunakan untuk membuat spesimen benda uji metamaterial yang terbuat dari bahan kertas berjenis *Glossy* seperti pada gambar 3.2



Gambar 3.4 Mesin *3D Printing*

2. Kuas

Digunakan untuk melakukan pengecatan pada bahan metamaterial agar warna yang dihasilkan sesuai dengan keinginan.



Gambar 3.5 Kuas

3. *Vector Network Analyzer (VNA)*

Digunakan sebagai alat untuk mengukur karakterisasi gelombang milimeter dari sifat elektromagnetik material. Seperti pada gambar 3.3



Gambar 3.6 *Vector Network Analyzer*

b) Bahan

1. Kertas Glossy

Digunakan sebagai bahan dasar untuk metamaterial yang akan dicetak menggunakan mesin 3D *printing*.



Gambar 3.7 Kertas *Glossy*

2. Tinta Silver (*Silver ink*)

Digunakan sebagai tinta pada struktur permukaan dalam pencetakan metamaterial berbahan kertas glossy pada mesin 3D *printing*.



Gambar 3.8 Tinta Silver (*Silver Ink*)

3.7 Kertas Glossy A2

Pada penelitian metamaterial multilayer kali ini menggunakan kertas dengan jenis kertas *glossy* ukuran A1. Dibawah ini merupakan deskripsi material properties kertas *glossy* yang digunakan :

Tabel 3.2 Material Properties Kertas *Glossy* A2

Jenis Kertas	Kertas <i>Glossy</i>
Berat	60 Gram
Luas Permukaan	594 x 420 mm

3.8 Perancangan Metamaterial Multilayer dengan Dielektrik Kertas

Perancangan metamaterial multilayer ini dibuat dengan 2 parameter yaitu jarak antar unit cell dan jumlah layer yang diragamkan. Spesifikasi yang dibutuhkan dalam rancangan metamaterial multilayer kertas ini adalah sebagai berikut :

Tabel 3.3 Parameter Rancangan *Metamaterial Multilayer*

Parameter	Spesifikasi
Jarak Antar Unit Cell	1 cm
Jumlah Layer Yang Diragamkan	1, 2, 3, 4