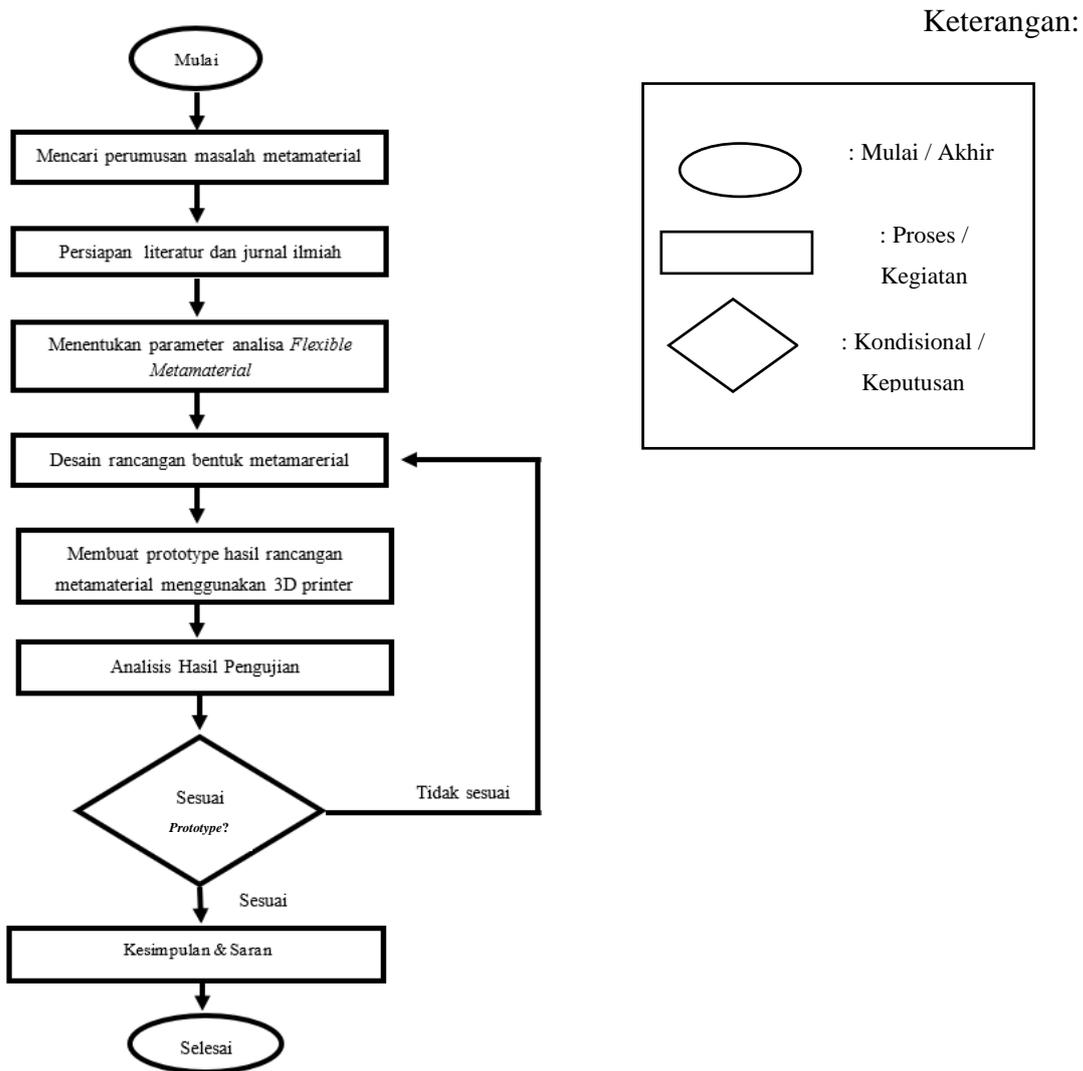


BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Sistem

Pada proses pengerjaan pembuatan metamaterial dengan sel satuan lingkaran dan berbahan polimer ini memiliki beberapa tahap pengerjaan agar mencapai hasil yang diinginkan. Untuk mempermudah dalam memahami konsep dari penelitian pada kali ini, berikut adalah diagram mulai dari awal proses hingga akhir :



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini akan dimulai pada tanggal 15 di bulan April tahun 2021 sampai dengan tanggal 27 Juni 2021 yang bertempat di laboratorium Material Teknik Mesin Institut Teknologi Sumatera.

Tabel 3.1 Rencana Kegiatan Penelitian

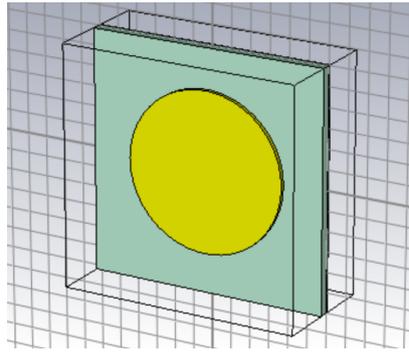
Kegiatan	Bulan				
	Februari	Maret	April	Mei	Juni
Persiapan					
Studi Literatur					
Penyusunan Proposal TA					
Seminar Proposal					
Perbaikan					
Kegiatan Penelitian					
Mengurus Perizinan Kegiatan Penelitian					
Pembuatan Desain Metamaterial					
Pengujian Desain Metamaterial Terpilih					
Analisis Hasil Pengujian					
Hasil Akhir					
Penyusunan Laporan Hasil Akhir TA					
Seminar Hasil					
Perbaikan					
Sidang TA					

3.3 Melakukan Studi Literatur

Studi literatur merupakan metode perolehan data yang dilakukan dengan cara studi berdasarkan beberapa bahan referensi yang dibutuhkan, antara lain dengan membaca dan mempelajari buku, jurnal dan sumber lain mengenai metamaterial.

3.4 Rancangan Desain

Pada penelitian ini, desain untuk metamaterial dibuat menggunakan *software* CST SUITE 2019. *Software* ini dipilih karena dapat memberikan visualisasi desain dalam bentuk 3D dan juga dapat melakukan simulasi untuk menghitung berbagai keperluan dalam penelitian ini, meliputi struktur desain optik, elektromagnetik simulasi, *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 juga bentuk lingkaran akan menjadi pembeda dari kebanyakan desain sel satuan yang berbentuk persegi mengikuti cetakan dari dielektriknya. Berikut merupakan desain dari metamaterial di penelitian ini ditunjukkan pada gambar 3.1



Gambar 3.2 Gambar *design* Sel Satuan Lingkaran

3.5 Mekanisme Kerja

a. Proses Desain

Desain sampel untuk metamaterial pada penelitian ini dibuat menggunakan *software* CST STUDIO SUITE 2019 yang akan disesuaikan dengan kebutuhan dan spesifikasi yang dibutuhkan. Dengan menggunakan *software* tersebut maka akan lebih mudah dalam menganalisis dan membuat perhitungan terhadap benda yang akan dibuat.

b. Membuat sampel Metamaterial

Pada tahapan ini, sampel metamaterial dibuat dengan menggunakan mesin 3D Printing yang terdapat di lab uji material dan juga telah dibuat cetakan khusus sesuai standarisasi pengujian yang akan ditetapkan. Material dielektrik yang digunakan dalam penelitian ini adalah material berbahan polimer *Polyethylene Teraphalete* (PET) dan untuk sel satuannya menggunakan tinta silver (*Silver Ink*). Lapisan konduktor atas yang menggunakan tinta silver akan dibuat dengan bentuk lingkaran. Proses tersebut akan dilakukan secara manual.

c. Pengukuran dan Pengambilan Data

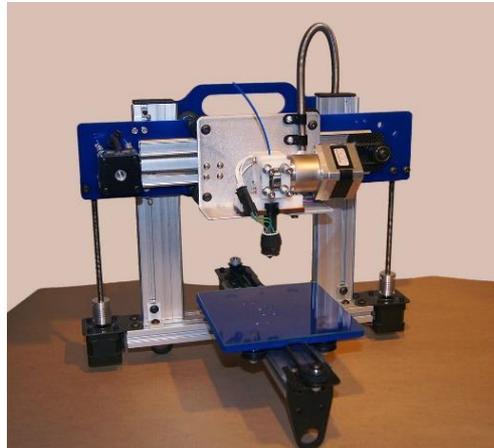
Setelah dilakukan printing dan juga membuat sampel benda uji, maka benda uji tersebut diukur menggunakan *Microwave Measurement System* (MMS) sebagai parameter benda uji yang datanya akan diolah dan dianalisis sebagai penunjang keberhasilan penelitian ini.

3.6 Alat dan Bahan

a. Alat

1. Mesin 3D *printing*

Digunakan untuk membuat spesimen benda uji metamaterial yang terbuat dari bahan polymer berjenis *Poliethylene Terephthalate* (PET) Seperti pada gambar 3.1



Gambar 3.3 Mesin 3D *Printing*

2. Kuas

Digunakan untuk melakukan pengecatan pada bahan metamaterial agar warna yang dihasilkan sesuai dengan keinginan. Seperti pada gambar 3.1



Gambar 3.4 Kuas

3. *Microwave measurement system (MMS)*

Digunakan sebagai alat untuk mengukur karakterisasi gelombang milimeter dari sifat elektromagnetik material. Seperti pada gambar 3.1



Gambar 3.5 *Vector Network Analyzer*

b. Bahan

1. Polymer jenis *Poliethylene Terephthalate* (PET)

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



Gambar 3.7 Polymer jenis *Poliethylene* (PET)

2. Tinta Silver (*Silver ink*)

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



Gambar 3.8 Tinta Silver (*Silver Ink*)

3.7 Penentuan Panjang Sel Satuan

Pada penelitian kali ini, frekuensi yang digunakan berkisar antara 2GHz – 6GHz. Langkah-langkah untuk menentukan Panjang sel satuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

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

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 2GHz, Panjang gelombangnya dapat dicari dari :

$$\lambda = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{2 \times 10^9 \text{ Hz}} = 0,15 \text{ m} = 15 \text{ cm}$$

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

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

Dari hasil perhitungan diatas, maka dapat diketahui bahwa rentang panjang gelombang yang akan digunakan bernilai 7,5cm – 15cm. Adapun cara untuk mengetahui Panjang sisi metamaterial, yakni :

$$p = \frac{1}{10} \lambda_1 \text{ hingga } \frac{1}{2} \lambda_2 \quad (3.3)$$

Panjang sisi metamaterial dilambangkan dengan huruf p , sedangkan untuk Panjang gelombang pada daerah negative dilambangkan dengan λ_1 yang nilainya berkisar 7,5 cm. Dan Panjang gelombang pada daerah positif dapat dilambangkan dengan λ_2 yang nilainya berkisar 15 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 :

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

$$p_2 = \frac{1}{2} \times 15 \text{ cm} = 7,5 \text{ cm} = 75 \text{ mm}$$

Dari hasil yang didapat, dapat diketahui bahwa nilai Panjang idealnya berkisar antara 5 mm – 75 mm. Maka dari itu Panjang yang digunakan untuk penelitian kali ini adalah $p = 60 \text{ mm}$.

3.8 Teknik Pengumpulan Data

Teknik yang digunakan untuk pengumpulan data pada penelitian kali ini adalah sebagai berikut:

3.8.1 Data Primer

Merupakan sebuah metode perolehan data dengan mencari data langsung dari percobaan-percobaan yang telah dilakukan di lab, yang nantinya data tersebut akan diolah untuk dianalisis perbandingan data *Scatering Parameter* (S Parameter) dari data yang diambil dan dari hasil percobaan.

3.8.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data pembanding yang diperoleh dari perhitungan dan pengolahan hasil simulasi dan pengujian, meliputi FWHM, S-Parameter, indeks bias dan FoM melalui hasil yang didapat dari CST Studio.

3.9 Metode Pengolahan Data

Data pemodelan dan hasil percobaan diolah dengan rumus, kemudian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Data dapat diolah menggunakan aplikasi Microsoft Exel atau dengan Matlab.