

## **BAB 3**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1. METODELOGI PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan *Brain* ECVT dengan menggunakan metode *moving average* pada MATLAB sebagai normalisasi kapasitansi (*preprocecing*) yang dikembangkan dalam penelitian ini dengan parameter uji CC, RSME, IE untuk mengevaluasi keakuratan deteksi tumor. Sistem *Brain* ECVT terdiri dari tiga komponen utama yaitu *Data Acquisition System* (DAS) untuk mengukur kapasitansi, sensor helm untuk menerima sinyal kapasitansi, dan PC untuk control akuisisi data dan rekonstruksi gambar.

#### **3.2. ALAT DAN BAHAN**

##### **3.2.1. Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilakukan selama kurang lebih 8 bulan dari September 2023-April 2024. Penelitian ini dilakukan di C-Tech Labs Edwar Teknologi Alam Sutera, Tangerang Selatan.

##### **3.2.2. Alat dan Bahan**

**Alat:**

1. ECVT Brain
2. Laptop

**Bahan:**

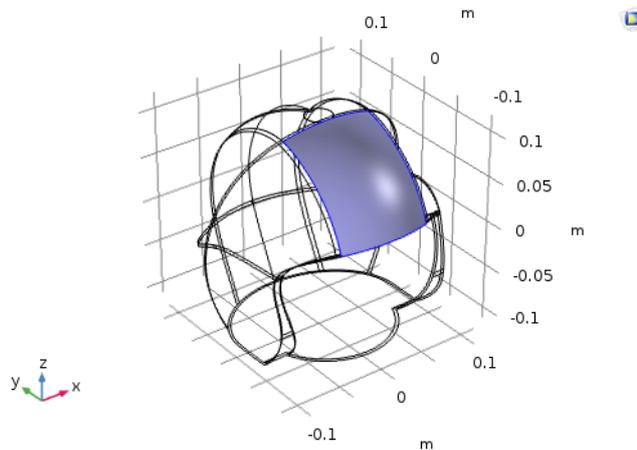
1. Matlab
2. Comsol Multhyphysics

### 3.3. PROSEDUR PENELITIAN

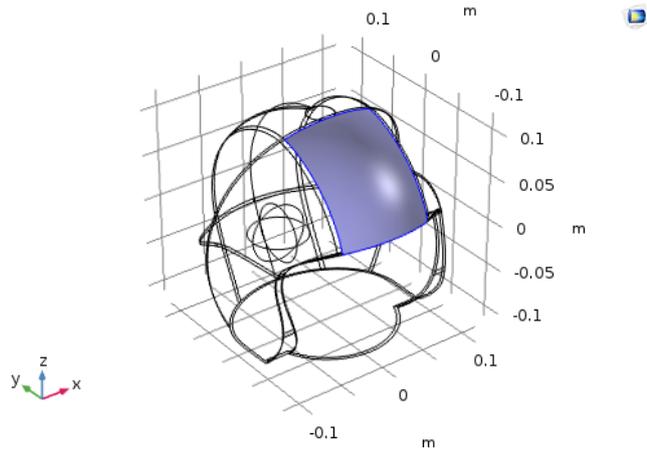
Tahapan penelitian ini dimulai dengan melakukan simulasi untuk mengidentifikasi parameter yang terlibat dalam pengukuran kapasitansi, simulasi yang dilakukan adalah simulasi homogen dan simulasi heterogen yang melibatkan parameters dan sensitivitas matriks.

#### 3.3.1. Pemodelan Geometri Sensor *Brain* pada Comsol

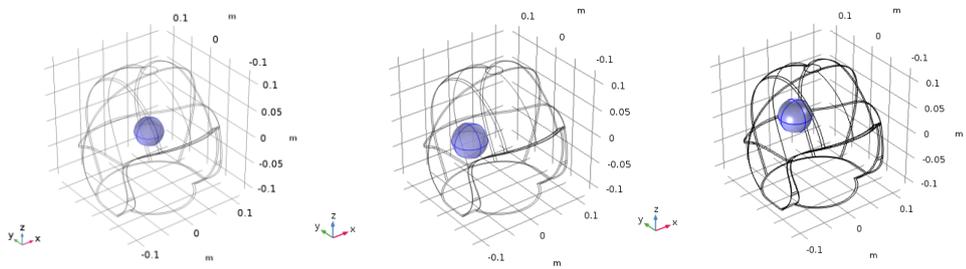
Tahap awal pada simulasi dilakukan dengan menentukan batas pada nilai parameters untuk dapat menyesuaikan pengaturan solver yang memengaruhi keakuratan. Pada simulasi homogen memiliki nilai parameters dengan permitivitas rendah adalah 1 dan simulasi heterogen memiliki nilai parameters dengan permitivitas rendah adalah 1 dan permitivitas tinggi adalah 80, simulasi heterogen melakukan pembuatan geometri sebanyak 6 objek dan 2 objek dengan kepala. Pada studi ini menggunakan *electric currents (ec)* dengan 12 terminal dan ground.



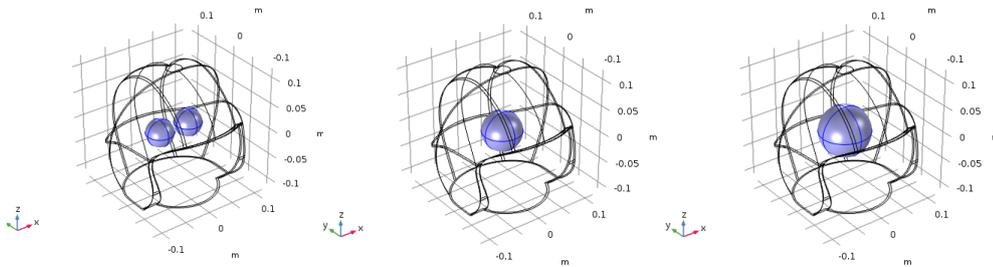
**Gambar 3. 1 Terminal 11 pada Simulasi Homogen**



**Gambar 3. 2 Terminal 11 pada Simulasi Heterogen**

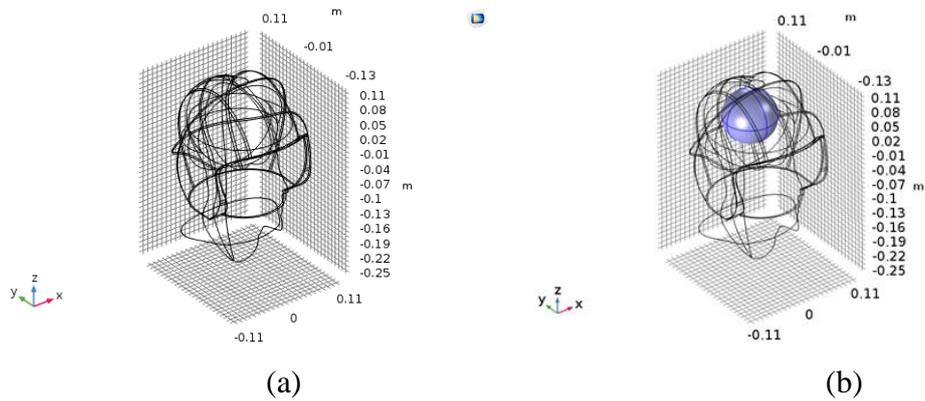


(a) Objek 1 (0, 0.05, 0.05) dengan radius 0.03  
 (b) Objek 2 (-0.05, 0, 0) dengan radius 0.03  
 (c) Objek 3 (0, 0, 0) dengan radius 0.03



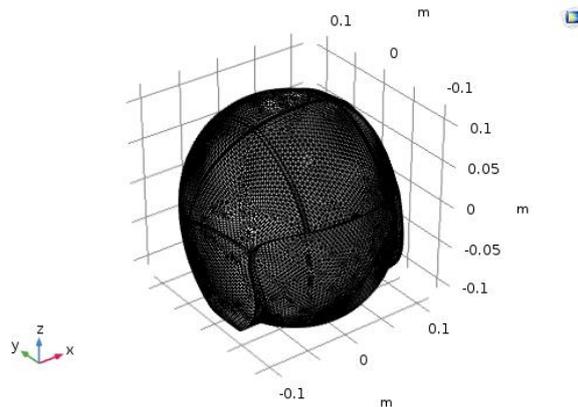
(d) Objek 4 dua objek kanan (-0.06, 0, 0) kiri (0.03, 0, 0) dengan radius 0.025  
 (e) Objek 5 (0, 0, 0) dengan radius 0.035  
 (f) Objek 6 (0, 0, 0) dengan radius 0.045

**Gambar 3. 3 Simulasi Heterogen dengan Posisi Objek yang bervariasi di dalam sensor;**



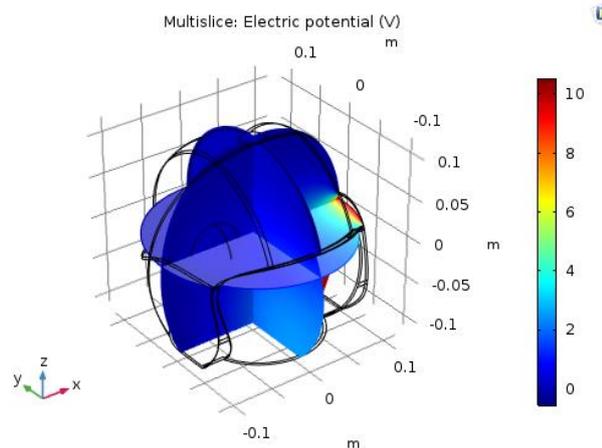
**Gambar 3. 4 Objek Kepala; (a) Homogen dan (b) Heterogen**

Tahap selanjutnya adalah melakukan *meshing* atau membagi domain geometri menjadi elemen-elemen kecil yang membentuk jaringan (*mesh*), mesh dapat menggambarkan sifat fisik dalam domain yang mempengaruhi kualitas untuk mendapatkan simulasi yang akurat.



**Gambar 3. 5 Proses *Meshing***

Setelah dilakukan *meshing*, selanjutnya adalah melakukan solver transien yang digunakan untuk simulasi dinamis atau berubah seiring waktu. Solver dilakukan dengan membagi domain menjadi banyak irisan untuk melihat potensi listrik yang terjadi pada simulasi.



**Gambar 3. 6 Proses Solver**

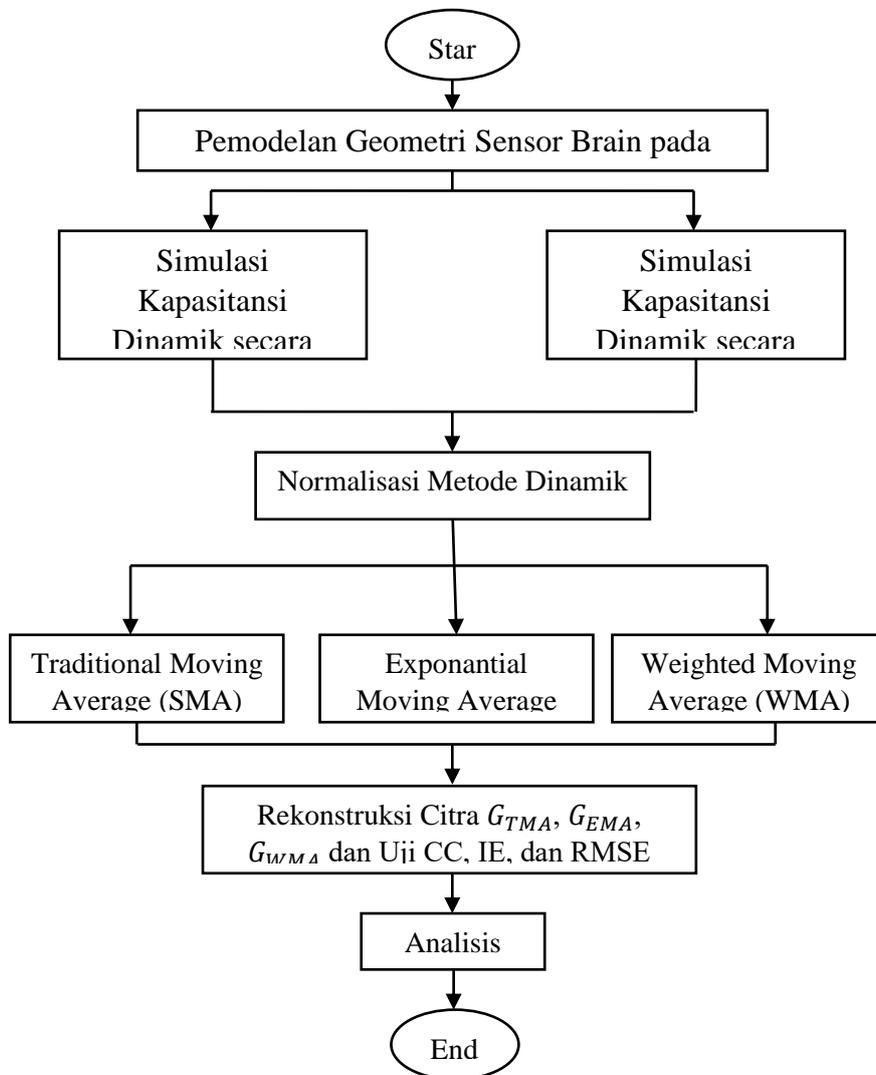
### 3.3.2. Normalisasi

Sebelum normalisasi dilakukan untuk mendapatkan input data yaitu melakukan *looping* pada simulasi homogen dan melakukan *looping* objek simulasi heterogen dengan *looping* objek sebanyak 6 objek dan 1 pada objek kepala. Setelah melakukan *looping*, normalisasi dapat dilakukan dengan memasukkan data kapasitansi yang didapatkan dari proses *looping*. Metode yang digunakan pada normalisasi yaitu *Traditional Moving average* (TMA) dengan Parameter window yang digunakan adalah 10, hal ini berarti metode TMA menghitung rata-rata dari 10 data terakhir secara terus menerus. *Weighted Moving average* (WMA) dengan memberikan bobot lebih besar pada data terbaru dengan menggunakan bobot 1, 2, 3, 4, 5. Hal ini menunjukkan bahwa data terbaru akan diberi bobot 5, data sebelumnya diberi bobot 4, dan seterusnya hingga data paling lama diberi bobot 1. *Exponential Moving average* (EMA) dengan EMA memiliki penekanan lebih kuat pada data terbaru menggunakan parameter alpha sebesar 0,1 yang memberikan efek perubahan data terbaru menjadi lebih berpengaruh dibandingkan data lama, tetapi tidak seberat WMA. Periode yang digunakan pada faktor penghalusan pada perhitungan EMA adalah 10, dalam penelitian ini memiliki frame yang pendek atau jangka pendek.

### 3.3.3. Rekonstruksi

Hasil rekonstruksi akan menampilkan visualisasi simulasi yang sudah di normalisasikan dengan metode *Traditional Moving average* (TMA), *Weighted Moving average* (WMA), *Exponential Moving average* (EMA) dan sudah melewati pengujian *Correlation Coefficient* (CC), *Root Mean Square Error* (RMSE), *Image Error* (IE). Output yang diharapkan berupa gambar helm dengan objek yang terlihat dan 3D ECVT.

### 3.4. SKEMA PENELITIAN



Gambar 3. 7 Flowchart Skema Penelitian