

BAB 3

METODE PENELITIAN

Metode penelitian merupakan salah satu bagian utama yang memberikan gambaran terkait langkah-langkah penelitian ini. Bab ini memberikan gambaran mengenai proses normalisasi secara statik dalam menormalisasikan data simulasi Brain ECVT studi kasus pasien tumor otak. Dalam metodologi penelitian ini, membahas secara rinci proses penelitian.

3.1 ALAT DAN BAHAN PENELITIAN

Dalam penelitian ini diperlukan alat dan bahan sebagai penunjang penelitian, bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah data kapasitansi dari simulasi Brain ECVT sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Brain Ecvt, perangkat keras, dan perangkat lunak sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Spesifikasi perangkat

Perangkat keras dan perangkat lunak	Spesifikasi
Laptop	Lenovo Idealpad
Ram	12 GB, SSD 256 GB
Processor	Intel Core i3
Matlab	2021
<i>Comsol Multiphysics</i>	5.3a

3.2 ALUR PENELITIAN

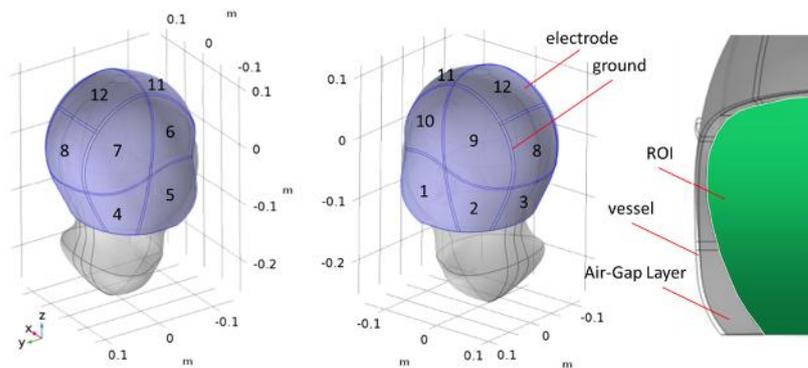
Alur penelitian merupakan pendekatan terstruktur dan sistematis yang melibatkan pengumpulan data kapasitansi, normalisasi, rekonstruksi, dan pengujian. Perancangan merupakan proses merancang sistem dari tujuan penelitian untuk memenuhi kebutuhan yang ditetapkan. Dalam konteks ini, membahas perancangan normalisasi data kapasitansi melalui simulasi data normalisasi statik

pada kasus tumor otak. Proses ini merupakan bentuk meragakan sesuatu dari konteks pelatihan maupun teknis untuk memahami sifat sistem, simulasi penelitian ini dilakukan dengan *software* matlab dan *comsol multiphysics*, menormalisasi, dan mencitrakan dengan algoritma.

3.2.1 Simulasi pengukuran data kapasitansi

Simulasi kapasitansi merujuk pada proses pemodelan dan analisis distribusi kapasitansi dalam suatu sistem atau struktur. Dalam penelitian ini, simulasi dari bentuk geometri sensor terbagi menjadi dua kondisi, yaitu kondisi homogen, dan kondisi heterogen. Simulasi homogen merupakan proses simulasi yang dimulai agar memudahkan analisis atau pemodelan yang lebih sederhana terhadap struktur otak, memiliki sifat yang seragam atau merata secara struktural. Sedangkan, simulasi heterogen merujuk pada model simulasi atau analisis dengan objek yang ada dalam kepala manusia. Objek ini dapat bervariasi, berupa jenis, bentuk, tempat. objek dalam penelitian ini adalah tumor otak dengan memvariasikan bentuk, ukuran, dan lokasi tumor otak. Bentuk tumor otak seperti bola, lokasi tumor bagian tengah, kiri, dan belakang.

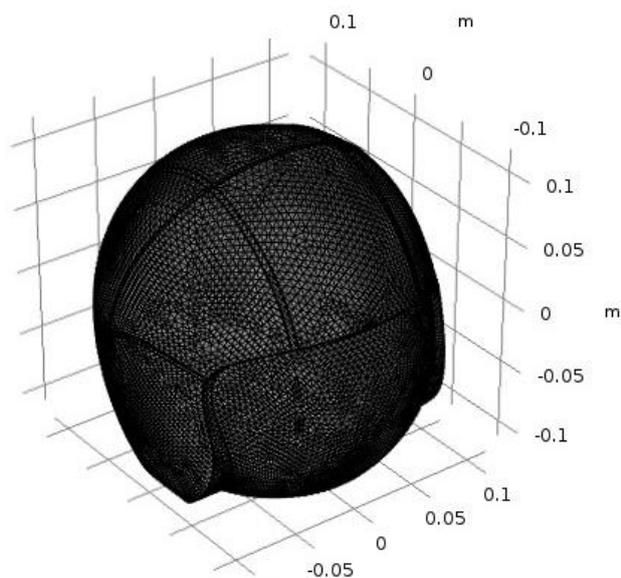
Simulasi memperhatikan dan mengatur parameter fisika untuk menjalankan sistem ECVT. Parameter fisika dalam brain ECVT meliputi: domain, *boundary*, dan sensitivitas matriks. Domain merupakan bentuk interior dari model sensor yang didesain. Untuk melakukan simulasi diperlukan desain geometri 3D brain ECVT untuk pemetaan otak, simulasi kapasitansi bertujuan untuk memperkirakan distribusi kapasitansi di dalam otak berdasarkan konfigurasi elektroda dari domain.



Gambar 3. 1 Domain helm brain ECVT 12 channel

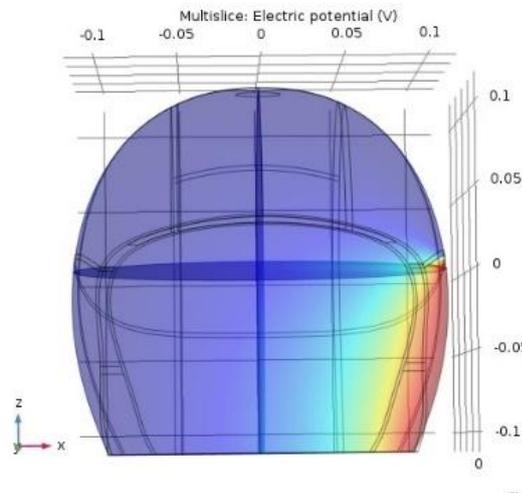
Gambar 3.1 merupakan domain model geometri sensor *brain* ECVT terdiri atas 12 *channel* sensor dan mengelilingi bagian atas *helm* serta untuk elektroda sensor berbentuk segi empat. Elektroda-elektroda ini berfungsi sebagai plat, mirip dengan kapasitor, dengan ruang di dalamnya bertindak sebagai dielektrik. Setelah menginputkan domain terjadi proses *boundary* untuk mengukur kapasitansi. *Boundary* merupakan bagian yang membatasi bagian luar dengan bagian dalam sensor. *Boundary* diatur dari elektroda-elektroda yang dipasang pada sensor, sehingga saat di-setting sebagai input dan dianggap sebagai sumber tegangan. Hal ini menimbulkan beda potensial dari elektroda satu dan lainnya sehingga terdapat kapasitansi diantara elektroda-lektroda tersebut. Nilai kapasitansi dipengaruhi oleh distribusi permitivitas dan rapat muatan objek di dalam sensor.

Gambaran ruang pengukuran yang memiliki daerah kapasitansi tertentu disebut sensitifitas matriks. Sensitivitas matriks dari data input terjadi saat memasukkan nilai rapat muatan sebesar nol di daerah domain dikarenakan objek teliti dielektrik seperti balon atau phantom berisi air. Selanjutnya, memasukkan nilai permitivitas sebesar 1 karena sensitivitas dalam keadaan ruang kosong (udara). kemudian, melakukan proses *meshing* dari 12 elektroda brain ECVT, membagi menjadi bagian-bagian kecil sehingga memudahkan proses pengukuran.



Gambar 3. 2 Proses *Meshing*

Gambar 3.2 menunjukkan hasil *meshing* dari 12 elektroda brain ECVT, domain menjadi bagian-bagian kecil sensor berupa voxel xyz (32,32,32) sebagai bagian 3D *brain* ECVT.



Gambar 3. 3 Proses Solve

Gambar 3.3. menunjukkan proses solve dari brain ECVT setelah dilakukan *meshing*. Solve merupakan proses menghasilkan distribusi permitivitas dari kapasitansi terukur objek yang diketahui. Warna merah menandakan kondisi sakit (tumor otak) dan warna biru kondisi sehat. Data hasil sensitifitas matrix diteruskan menuju proses normalisasi data.

3.2.2 Normalisasi

Dalam penelitian ini, tahap normalisasi merupakan proses memperoleh hasil data yang lebih baik untuk mendukung rekonstruksi dalam tomografi kapasitansi. Normalisasi dilakukan dalam kondisi homogen dan membandingkan tiga metode paralel, *maxwell*, dan eksponensial dilakukan untuk menghasilkan prediksi secara akurat perbedaan antara kapasitansi sebenarnya dan kapasitansi terukur untuk menunjukkan rekonstruksi citra. Pengerjaan normalisasi berhubungan dengan karakteristik dari pasangan pengukuran kapasitansi sehingga menghasilkan grafik normalisasi dari masing-masing m (pasangan pengukuran) dari tiga metode normalisasi.

3.2.3 Rekonstruksi

Dalam penelitian ini, setelah dilakukan proses normalisasi akan lanjut ke tahap rekonstruksi. Rekonstruksi brain ECVT merupakan proses mengubah data mentah yang dikumpulkan dari berbagai jenis pengukuran atau sensor menjadi gambar atau citra yang dapat dianalisis dan diinterpretasikan. Pencitraan yang memanfaatkan variasi dalam sifat dielektrik material untuk menghasilkan gambar tiga dimensi dari objek yang berada di dalam suatu volume (*invers problem*).

Rekonstruksi citra dilakukan dengan algoritma ILBP (*Iterative linear Back Projection*). ILBP (*Iteratif linear backprojection*) merupakan metode menghitung serangkaian permitivitas yang dinormalisasi dari kapasitansi yang diukur. Iterasi dilakukan sampai memperoleh gambar yang baik. Kontras bisa saja lebih tajam, tergantung pada jumlah iterasi, dimana iterasi adalah 500. Data yang digunakan untuk proses rekonstruksi adalah data sensitivitas matriks dan data pengukuran kapasitansi ternormalisasi.

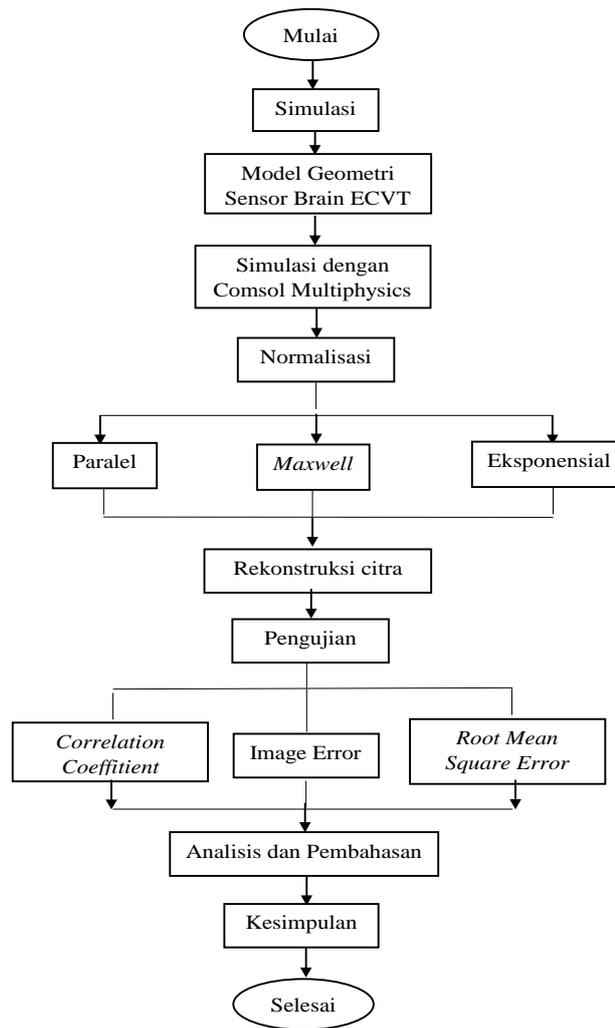
3.2.4 Pengujian

Pengujian merupakan proses evaluasi hasil normalisasi dan rekonstruksi perbandingan metode paralel, *maxwell*, dan eksponensial yang telah dilakukan dari prediksi kapasitansi sebenarnya dan kapasitansi terukur dapat meminimalkan kesalahan antara data kapasitansi yang diukur untuk pencitraan tumor otak.

Tahap pengujian dari parameter uji yakni CC (*Correlation Correlation*), IE (*Image Error*), RMSE (*Root Mean Square Error*). Tujuan dilakukannya uji CC ialah mengetahui hubungan antara permitivitas sebenarnya dan permitivitas terukur. Uji IE bertujuan mengetahui kuantifikasi *error* kondisi citra sebenarnya dan hasil rekonstruksi. Pengujian RMSE adalah pengujian antara kapasitansi sebenarnya dan prediksi kapasitansi terukur sehingga mengetahui *error*.

3.3 SKEMA PENELITIAN

Serangkaian proses penelitian diimplementasikan untuk merancang dan memberikan kerangka yang sistematis dan terarah sesuai dengan tujuan penelitian.



Gambar 3. 4 *Flowchart* penelitian.