

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Tumor otak adalah pertumbuhan sel-sel abnormal atau massa jaringan di dalam otak. Pencitraan medis untuk pasien tumor otak di Indonesia masih belum terjangkau bagi beberapa pasien karena biaya teknologi yang tinggi[1]. Selain itu, data mengenai epidemiologi dan karakteristik tumor otak di Indonesia juga masih terbatas[2]. Deteksi dini dan diagnosis tumor otak sangat penting untuk pengobatan dan manajemen penyakit ini. Insidensi tumor otak di Indonesia sekitar 14,1 kasus per 100.000 penduduk per tahun, dengan angka kematian sebesar 4,25 per 100.000 penduduk per tahun[3]. Sebuah penelitian di rumah sakit umum di Medan melaporkan beberapa jenis tumor otak yang paling umum, termasuk meningioma, glioma, adenoma hipofisis, dan metastasis otak[4]. Di Amerika Serikat, *American Cancer Society* melaporkan sekitar 24.530 kasus tumor otak dan sistem saraf yang didiagnosis pada tahun 2021, dengan tingkat kejadian tahunan sebesar 7-19,1 kasus per 100.000 populasi[5].

Deteksi dini tumor otak merupakan salah satu upaya penting dalam meminimalisir jumlah penderita. Beberapa alat pencitraan medis konvensional yang umum digunakan untuk deteksi dini dan diagnosis tumor otak antara lain CT-Scan, MRI, dan PET Scan[6]. CT-Scan (*Computed Tomography*) menggunakan sinar-X untuk menghasilkan gambar yang terperinci dari otak. Metode ini dapat meningkatkan diagnosis dan memberikan manfaat yang lebih besar daripada risiko yang terkait. Namun, CT-Scan juga memberikan radiasi pengion kepada pasien yang merupakan karsinogen yang dikenal sebagai penyebab kanker. Oleh karena itu, penggunaan CT-Scan perlu dipertimbangkan dengan hati-hati[7]. MRI (*Magnetic Resonance Imaging*) adalah teknologi pencitraan non-invasif dan non-radiasi yang menghasilkan gambar anatomi tiga dimensi dengan kontras jaringan lunak yang baik. MRI memiliki keunggulan dalam membedakan antara lemak, air,

otot, dan jaringan lunak daripada CT-Scan. Namun, MRI memiliki biaya yang lebih mahal dan membutuhkan waktu yang lebih lama. Selain itu, beberapa pasien mungkin tidak cocok dengan MRI karena alasan seperti klaustrofobia[1]. PET Scan (*Positron Emission Tomography*) menggunakan pelacak radioaktif untuk mendeteksi perubahan metabolisme tubuh. PET Scan dapat membantu menentukan stadium kanker dan memantau efektivitas pengobatan. Namun, PET Scan melibatkan paparan radiasi yang dapat meningkatkan risiko kanker. Selain itu, PET Scan juga memiliki biaya yang tinggi dan membutuhkan waktu yang lama[8].

Penggunaan alat pencitraan medis konvensional memiliki biaya yang mahal, waktu yang lama dan memerlukan *power source* yang besar sehingga tidak mudah digunakan untuk layanan kesehatan yang jauh dari perkotaan dan tidak *affordable* terhadap masyarakat menengah kebawah[6], pengembangan dari ECVT (*Electrical Capacitance Volume Tomography*) merupakan salah satu solusi pada alat pencitraan medis. ECVT memiliki fungsi *scanning* melalui serangkaian pengukuran kapasitansi untuk melihat distribusi 3D sifat listrik (permitifitas relatif) dari suatu medium dielektrik dengan memanfaatkan medan listrik. ECVT dapat mendeteksi tumor otak dengan menggambarkan aktivitas otak secara volumetrik dan 3D secara real-time tanpa terpapar radiasi[9].

Proses rekonstruksi citra pada brain tumor imaging melibatkan tahapan normalisasi data kapasitansi sebelum menjadi citra. Normalisasi data kapasitansi adalah metode yang digunakan untuk memperoleh hasil yang lebih akurat dan andal dalam tomografi kapasitansi[10]. Ini adalah proses penting dalam aplikasi pencitraan medis, seperti deteksi tumor otak untuk diagnosis dan pengobatan yang efektif. Pada penelitian sebelumnya, tahapan normalisasi dilakukan menggunakan metode *moving average*[11]. Metode ini digunakan untuk mengubah nilai kapasitansi yang dinormalisasi menjadi permitivitas yang dinormalisasi, sehingga menghasilkan matriks permitivitas yang dinormalisasi untuk menentukan lokasi objek abnormal (massa tumor) di otak[11]. Adapun pada penelitian lainnya, terdapat model normalisasi yang telah digunakan seperti model Paralel, Seri, Maxwell, dan Böttcher dalam konteks *Electrical Capacitance Tomography* (ECT)[12]. Metode normalisasi yang standar dengan sifat statik tidak dapat digunakan. Hal ini disebabkan oleh sifat dinamis sinyal otak. Oleh karena itu,

diperlukan tahapan normalisasi yang dapat mempertimbangkan karakteristik sinyal otak.

Metode *moving average* yang digunakan pada penelitian sebelumnya adalah *exponential moving average* (EMA), yang telah terbukti memberikan hasil yang lebih akurat dalam normalisasi data kapasitansi. EMA lebih berfokus pada data terbaru, sehingga memberikan bobot yang lebih tinggi pada perubahan terbaru dalam data[13]. Hal ini dapat membantu dalam mendeteksi tren atau perubahan yang lebih cepat. Selain EMA, penelitian ini juga membandingkan dua metode *moving average* lainnya, yaitu *traditional moving average* (TMA) dan *Weighted moving average* (WMA). TMA menawarkan garis yang lebih halus dan stabil, karena menggunakan rata-rata data dalam periode tertentu. Namun, TMA lebih lambat dalam merespons perubahan yang cepat dan rentan terhadap sinyal palsu yang dapat membingungkan[13]. Sementara itu, WMA dapat menyesuaikan diri dengan kondisi pasar dan titik data yang digunakan[14]. Metode ini dapat memberikan prediksi tren yang lebih akurat dan mengurangi pengaruh outlier dalam data. Namun, WMA mungkin lebih sensitif terhadap kebisingan pasar yang dapat menghasilkan sinyal palsu. Selain itu, penggunaan WMA juga membutuhkan daya komputasi yang lebih besar.

Dalam penelitian ini, perbandingan antara EMA, TMA, dan WMA dilakukan untuk mengevaluasi kinerja dan akurasi masing-masing metode dalam normalisasi data kapasitansi. Hasil dari perbandingan ini dapat memberikan wawasan yang lebih baik dalam memilih metode *moving average* yang paling sesuai untuk aplikasi atau penelitian yang berkaitan dengan *brain tumor imaging* menggunakan ECVT.

1.2. RUMUSAN MASALAH

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Bagaimana *moving average* dapat menormalisasikan data kapasitansi untuk *brain tumor imaging* dengan ECVT?
- 2) Bagaimana hasil perbandingan *traditional moving average*, *exponential moving average*, dan *weighted moving average* pada normalisasi data kapasitansi untuk *brain tumor imaging* dengan ECVT?

- 3) Metode *moving average* apa yang paling efektif digunakan pada normalisasi data kapasitansi untuk *brain tumor imaging* dengan ECVT?

1.3. BATASAN MASALAH

Batasan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1) Penelitian ini berfokus pada normalisasi data kapasitansi menggunakan *traditional moving average*, *exponential moving average*, dan *weighted moving average* menggunakan MATLAB.
- 2) Penelitian yang dilakukan adalah simulasi objek *brain tumor* pada *comsol*.
- 3) Simulasi menggunakan *brain ECVT*.

1.4. TUJUAN

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- 1) Menganalisis proses *moving average* dalam menormalisasikan data kapasitansi untuk *brain tumor imaging* dengan ECVT.
- 2) Mengetahui hasil perbandingan *traditional moving average*, *exponential moving average*, dan *weighted moving average* pada normalisasi data kapasitansi untuk *brain tumor imaging* dengan ECVT.
- 3) Mengetahui *moving average* yang paling efektif digunakan pada normalisasi data kapasitansi untuk *brain tumor imaging* dengan ECVT.

1.5. MANFAAT

Penelitian ini diharapkan dapat mendapatkan hasil perbandingan metode *moving average* yang lebih akurat terhadap *brain tumor imaging* dengan ECVT sehingga dapat menangkap aktivitas sinyal kepala dengan lebih akurat dan

mengurangi *noise* yang terdapat dalam data serta memiliki hasil visualisasi data yang lebih mudah dilihat.

1.6. SISTEMATIKA PENULISAN

Penelitian ini terbagi menjadi beberapa bab. Bab 1 berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, manfaat dan tujuan penelitian, batasan masalah dan sistematika penulisan. Bab 2 membahas tentang *brain tumor, toward imaging, ecvt*; prinsip *ecvt*, sensor pada *ecvt*, masalah *forward*, masalah *inverse*, kapasitansi dalam *ecvt*, rekonstruksi citra *ecvt*, normalisasi secara dinamik yaitu *moving average*. Cara penelitian seperti alat penelitian, jalan penelitian yang meliputi tahap pengumpulan data, tahap normalisasi data dengan *moving average*, tahap visualisasi data dan yang terakhir adalah tahap analisis dari hasil perbandingan *moving average* dibahas pada bab 3. Bab 4 membahas tentang hasil perbandingan dan analisis *moving average* berdasarkan hasil perbandingan. Kesimpulan dan saran pengembangan tesis untuk kedepannya dideskripsikan pada bab 5.