

Pada penelitian ini penulis mengembangkan sistem sensor batas tubuh yang terintegrasi dengan teknik pencitraan EIT untuk mengestimasi batas area model pembengkakan kaki akibat limfedema yang disebut dengan *Boundary Adaptive Electrical Impedance Tomography* (BA-EIT). Penelitian ini mengangkat permasalahan pada implementasi EIT penyakit limfedema, mencakup bentuk batas tubuh yang perlu didefinisikan, pengujian EIT pada pasien memerlukan *ethical clearance*, *hyperparameter* regularisasi *pVal* paling baik belum diketahui, dan citra hasil rekonstruksi mengalami fenomena *blur effect*. Estimasi bentuk batas memanfaatkan sensor jarak ToF VL53L0X yang ditempatkan pada platform mekanik yang bergerak mengitari objek. Pengukuran impedansi EIT dilakukan pada model limfedema menggunakan simulasi perangkat lunak *multiphysic* dan eksperimen model *phantom agarose* limfedema. Citra BA-EIT direkonstruksi menggunakan metode *Gauss-Newton* dengan *hyperparameter tuning pVal*, kemudian diolah dengan metode *K-Means clustering* untuk menghilangkan *blur effect* dan menghasilkan citra yang jelas perbedaan komponen lemak dan daging. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem sensor batas tubuh yang dirancang dengan memanfaatkan sensor ToF VL53L0X berhasil mengestimasi bentuk batas tubuh non-homogen dengan persentase error sebesar 3.9751%. Hasil pengukuran impedansi menggunakan perangkat lunak *multiphysic* dibandingkan dengan eksperimen menggunakan *phantom agarose* memiliki kesamaan dengan rerata *error* absolut sebesar 0.1555Ω . Rekonstruksi dan *Clustering* citra *Boundary Adaptive Electrical Impedance Tomography* (BA-EIT) mampu memberikan keluaran estimasi batas area pembengkakan kaki yang bebas dari *blur effect* dengan rata-rata akurasi sebesar 0.935, mendekati akurasi yang dihasilkan menggunakan nilai batas sebenarnya sebesar 0.9534. Nilai *hyperparameter* regularisasi *pVal* yang memberikan akurasi citra EIT terbaik pada kasus limfedema berada pada rentang 0.39 hingga 0.56 dengan rerata *pVal* sebesar 0.47.

Kata Kunci: Limfedema, *Electrical Impedance Tomography*, Bentuk Batas Adaptif, *hyperparameter* regularisasi *pVal*, *blur effect*.

In this study, the authors developed a body boundary sensor system integrated with Electrical Impedance Tomography (EIT) imaging techniques to estimate the boundary area of the leg swelling model caused by lymphedema, referred to as Boundary Adaptive Electrical Impedance Tomography (BA-EIT). This research addresses several challenges in the implementation of EIT for lymphedema, including the need to define body boundary shapes, obtaining ethical clearance for patient EIT testing, the optimal hyperparameter regularization $pVal$ being unknown, and the reconstructed images experiencing a blur effect. The boundary shape estimation utilizes ToF VL53L0X distance sensors placed on a mechanical platform that moves around the object. EIT impedance measurements were performed on a lymphedema model using multiphysics software simulations and experiments on a lymphedema agarose phantom model. The BA-EIT images were reconstructed using the Gauss-Newton method with hyperparameter tuning for $pVal$, followed by processing with K-Means clustering to eliminate the blur effect and produce clear images distinguishing between fat and muscle components. The results showed that the designed body boundary sensor system, utilizing the ToF VL53L0X sensor, successfully estimated the non-homogeneous body boundary shape with an error percentage of 3.9751%. Impedance measurements using multiphysics software were compared with experiments using the agar phantom, showing a mean absolute error of 0.1555 Ω . The Boundary Adaptive Electrical Impedance Tomography (BA-EIT) was able to provide images that clearly differentiate between fat and muscle components with an average accuracy of 0.935, close to the accuracy of 0.9534 achieved using the actual boundary value. The hyperparameter regularization $pVal$ that provided the best EIT image accuracy for lymphedema cases ranged from 0.39 to 0.56, with an average $pVal$ of 0.47.

Keywords: Lymphedema, Boundary Adaptive, Electrical Impedance Tomography, blur effect, $pVal$ Hyperparameter.