

Rancang bangun sistem pencitraan gelombang mikro berbasis algoritma algebraic reconstruction technique = Development of a microwave imaging system based on algebraic reconstruction technique algorithm

Dhani Elevani, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20432845&lokasi=lokal>

Abstrak

Kanker merupakan salah satu penyebab kematian utama di dunia. Deteksi dini memungkinkan dilakukannya penanganan yang lebih baik, diantaranya menggunakan teknologi Computed Tomography (CT) dan Magnetic Resonance Imaging (MRI). Akan tetapi, teknologi tersebut masih memiliki permasalahan terkait biaya, ukuran, serta kompleksitas peralatan. Salah satu modalitas alternatif pencitraan obyek untuk diagnosa medis adalah gelombang mikro yang relatif aman, murah, mudah dalam penggunaan, serta portable.

Dalam tesis ini dilakukan rancang bangun sistem pencitraan gelombang mikro sebagai alternatif bagi teknologi deteksi dini kanker yang telah ada. Sistem terdiri atas sepasang antena dipol dengan frekuensi kerja 3 GHz sebagai antena pengirim dan antena penerima. Pemindaian obyek dirancang dengan dua konfigurasi. Pertama, hanya antena penerima yang bergerak secara translasi sementara gerak rotasi dilakukan oleh pasangan antena. Ke-2, pasangan antena bergerak secara translasi maupun rotasi. Proses selanjutnya adalah rekonstruksi citra dengan algoritma Algebraic Reconstruction Technique (ART). Validasi kinerja sistem pencitraan dilakukan dengan pengujian terhadap 3 jenis phantom. Pertama, phantom matriks berupa Shepp-Logan phantom berukuran 270x270 piksel. Phantom ke-2 dan ke-3 berupa silinder dua lapis dengan diameter dalam sebesar 6 cm yang merepresentasikan jaringan tumor dan diameter lapisan luar sebesar 14 cm yang merepresentasikan jaringan otak. Phantom ke-2 merupakan phantom numerik yang dirancang menggunakan perangkat lunak CST Microwave Studio dengan permitivitas relatif lapisan dalam sebesar 78 dan lapisan luar sebesar 52. Phantom ke-3 merupakan phantom fisik semisolid dengan permitivitas relatif lapisan dalam sebesar 78.63 dan lapisan luar sebesar 51.72. Proyeksi irisan melintang berupa sinogram pada phantom matriks dan matriks parameter S21 hasil pemindaian pada phantom numerik dan phantom fisik, menjadi input bagi sistem rekonstruksi citra.

Analisis terhadap citra hasil rekonstruksi dilakukan secara kualitatif meliputi tampilan citra hasil rekonstruksi secara visual dan histogram tingkat keabuan citra, serta secara kuantitatif meliputi parameter faktor koreksi, Mean-Squared Error (MSE), dan Structural Similarity Index (SSIM). Tampilan visual citra hasil rekonstruksi ketiga phantom tersebut menunjukkan bentuk dan pola yang serupa citra asli, dengan tingkat keabuan citra yang semakin homogen seiring bertambahnya iterasi. Histogram citra rekonstruksi menunjukkan kelompok tingkat keabuan dominan sesuai jenis jaringan dalam phantom. Pada phantom numerik dan phantom fisik hasil rekonstruksi dari pemindaian dengan konfigurasi pertama menunjukkan bentuk obyek yang serupa citra asli, dengan batas antara lapisan dalam dan lapisan luar tampak samar akibat penggunaan antena dipol yang memiliki pola radiasi omnidireksional. Hasil rekonstruksi dari pemindaian dengan konfigurasi ke-2 menunjukkan batas lebih jelas antara lapisan dalam dan lapisan luar akibat perubahan nilai parameter S21 yang lebih drastis pada perbatasan kedua lapisan phantom. Secara kuantitatif, faktor koreksi semakin kecil dengan bertambahnya iterasi dan mendekati nol pada iterasi ke-100.

Nilai Mean-Squared Error pada phantom matriks masih cukup besar akibat proses pembobotan, sementara nilai Structural Similarity Index pada ketiga phantom masih jauh lebih kecil dari 1, akibat proses pembobotan pada phantom matriks dan asumsi citra referensi untuk phantom numerik dan phantom fisik. Secara umum, sistem pencitraan gelombang mikro telah berhasil diuji validitasnya secara kualitatif dengan tampilan visual citra rekonstruksi yang serupa dengan citra asli.

<hr>

Cancer is one of the leading cause of death worldwide, and an early detected cancer is likely to get better treatment. Widely used modalities for scanning the presence of cancer such as Computed Tomography and Magnetic Resonance Imaging still have problems related to the cost, size and equipment complexity. Microwave imaging is considered as an alternative modality due to its low health risk, low cost, ease of use, and portability.

In this thesis, a microwave imaging system is developed as an alternative for early cancer detection technologies that already exist. The system consists of a pair of dipole antenna with the operating frequency of 3 GHz as the transmitting antenna and the receiving antenna. Object scanning is designed with two configurations, first, only the receiver antenna moved translationally and both transmitter and receiver antennas moved rotationally. Second, both antennas moved translationally and rotationally. The next process is the image reconstruction using Algebraic Reconstruction Technique (ART) algorithm. The performance of the imaging system is validated using three types of phantom. First, the matrix phantom in the form of a 270x270 pixels Shepp-Logan phantom. The second and the third phantoms are two layered cylindrical phantom with an inner diameter of 6 cm representing tumorous tissue and the outer layer diameter is 14 cm representing brain tissue. The second phantom is a numerical phantom designed using CST Microwave Studio with relative permittivity of the inner layer and the outer layer is 78 and 52, respectively. The third phantom is a semisolid physical phantom with relative permittivity of the inner layer is 78.63 and the outer layer is 51.72. The projection of the cross-sectional view in the form of sinogram of the matrix phantom, and the matrices of S21 parameter phantom obtained from object scanning results of numerical and physical phantom, become the input to the image reconstruction system.

The qualitative results are analyzed from the visual display and grayscale histogram of the reconstructed images, while the quantitative results are analyzed from the values of iteration correction factor, Mean-Squared Error (MSE), and Structural Similarity Index (SSIM). The visual display of reconstructed images show similar shape and pattern with the original images. The homogeneity of the graylevels increase with increasing iterations. The histograms show dominant gray levels representing types of tissue in the phantoms. In numerical and physical phantoms, reconstructed images from object scanning using the first configuration show similar shapes with the original ones, with blurred display at the boundary between the outer layer and the inner layer. It is caused by omnidirectional radiation pattern of dipole antenna. Results obtained from the second configuration show clearer boundary due to drastical change of S21 parameter value measured at the boundary area. Quantitatively, iterative correction factor is getting smaller with increasing iterations and approaching zero in the 100th iteration.

Mean-Squared Error value of the matrix phantom is still quite large due to weighting process while the

Structural Similarity Index value of the three phantoms are still much smaller than 1 due to weighting process of the matrix phantom and reference image assumptions of the numerical phantom and the physical phantom. In general, the validity of the microwave imaging system has been successfully tested qualitatively by the visual display similarity of the reconstructed image to the original image.