



ABSTRAK

PENGEMBANGAN SISTEM PENCITRAAN FOTOAKUSTIK UNTUK DETEKSI BEDA KEKAKUAN PADA JARINGAN

oleh

Ananta Kusuma Yoga Pratama
21/484591/SPA/00798

Perubahan kekakuan pada jaringan merupakan salah satu penanda biologis adanya kondisi patologis, khususnya pada penyakit kanker. Salah satu metode deteksi yang umum digunakan di bidang biomedik adalah metode pencitraan. Pada penelitian ini, sistem pencitraan fotoakustik berbasis laser dioda dan sensor audiosonik diterapkan untuk mendeteksi perbedaan kekakuan jaringan biologis secara non-kontak dan non-destruktif. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi frekuensi resonansi relatif untuk setiap variasi kekakuan pada *phantom* dan spesimen jaringan sehat dan kanker payudara dengan cara memindai amplitudo sinyal fotoakustik pada rentang frekuensi modulasi 10,0 sampai 19,5 kHz dengan interval pengukuran 100 Hz. Frekuensi resonansi ditentukan berdasarkan posisi frekuensi dengan amplitudo tertinggi dari kurva amplitudo. Proses penelitian ini mencakup beberapa tahapan, yaitu karakterisasi sistem, eksperimen *phantom* dan dilanjutkan dengan pengujian pada sampel jaringan sehat dan kanker payudara secara *ex vivo*. Hasil eksperimen untuk identifikasi frekuensi resonansi pada masing-masing *phantom* yang terbuat dari agar-agar dengan variasi konsentrasi $p_1 = 20,0$ gram/liter, $p_2 = 22,0$ gram/liter dan $p_3 = 24,0$ gram/liter adalah 14,9 kHz, 16,0 kHz, dan 18,0 kHz. Hasil ini menunjukkan bahwa frekuensi resonansi yang teridentifikasi relatif semakin tinggi dengan semakin meningkatnya kekakuan *phantom*. Analisis kuantitatif profil garis dari hasil citra untuk masing-masing frekuensi resonansi menunjukkan bahwa pada frekuensi modulasi 14,9 kHz, nilai *gray scale* tertinggi terdeteksi pada *phantom* p_1 . Pada frekuensi 16,0 kHz, nilai *gray scale* tertinggi terdapat pada *phantom* p_2 . Sebaliknya, pada frekuensi 18,0 kHz, nilai *gray scale* tertinggi tercatat pada *phantom* p_3 . Pengujian *ex vivo* pada sampel jaringan sehat dan kanker payudara menunjukkan frekuensi resonansi masing-masing 12,6 kHz dan 15,0 kHz. Kontras citra jaringan kanker lebih tinggi pada frekuensi 15,0 kHz (1:0,46), sedangkan pada 12,6 kHz, jaringan sehat menunjukkan kontras lebih tinggi (1:0,61). Hasil ini menunjukkan bahwa frekuensi resonansi dalam sistem fotoakustik memiliki keterkaitan yang signifikan dengan variasi tingkat kekakuan jaringan.

Kata kunci : fotoakustik, non kontak, kekakuan, kanker, resonansi.



ABSTRACT

DEVELOPMENT OF PHOTOACOUSTIC IMAGING SYSTEM FOR STIFFNESS DIFFERENCE DETECTION IN TISSUE

by

Ananta Kusuma Yoga Pratama
21/484591/SPA/00798

Stiffness variation is one of the significant biological markers of cancer. Therefore, detecting stiffness differences in biological tissues has been developed as an alternative method for early disease detection. One commonly used detection method in biology and medicine is imaging. In this study, a photoacoustic imaging system based on a diode laser and an audiosonic sensor was applied to detect stiffness differences in biological tissues non-contact and non-destructively. The aim of the study was to identify the relative resonance frequency for each stiffness variation in *phantom* and breast tissue specimens, both healthy and cancerous, by scanning the amplitude of photoacoustic signals within the modulation frequency range of 10.0 to 19.5 kHz at 100 Hz measurement intervals. The resonance frequency is determined based on the frequency position with the highest amplitude from the amplitude curve. The research process includes several stages: system characterization, phantom experiments, and further testing on *ex vivo* healthy and breast cancer tissue samples. The experimental results for identifying resonance frequencies in each phantom made of agar with concentration variations of $p_1 = 20.0$ grams/liter, $p_2 = 22.0$ grams/liter, and $p_3 = 24.0$ grams/liter were 14.9 kHz, 16.0 kHz, and 18.0 kHz, respectively. These results indicate that the identified resonance frequency increases as the stiffness of the phantom increases. Quantitative analysis of the line profile from the images at each resonance frequency showed that at the 14.9 kHz modulation frequency, the highest gray scale value was detected in phantom p_1 . At 16 kHz, the highest gray scale value was found in phantom p_2 . Conversely, at 18.0 kHz, the highest gray scale value was recorded in phantom p_3 . *Ex vivo* testing on healthy and breast cancer tissue samples revealed resonance frequencies of 12.6 kHz and 15.0 kHz, respectively. The image contrast of cancer tissue was higher at 15.0 kHz (1:0.46), while at 12.6 kHz, healthy tissue exhibited higher contrast (1:0.61). These results indicate that the resonance frequency in the photoacoustic system is significantly correlated with tissue stiffness variations.

Keywords: photoacoustic, non-contact, stiffness, cancer, resonance.