UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Karakterisasi Sistem Fooakustik Berbasis Laser Dioda dan Mikrofon Kondenser untuk Simulasi Deteksi
Hemoglobin**
Nanda Rizki Kusuma, Prof. Dr. Mitrayana, S.Si., M.Si.
**Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# INTISARI

**KARAKTERISASI SISTEM FOTOAKUSTIK BERBASIS LASER DIODA DAN MIKROFON KONDENSER UNTUK SIMULASI DETEKSI HEMOGLOBIN**

Oleh

Nanda Rizki Kusuma
22/502492/PA/21554

Telah dilaksanakan penelitian tentang sistem pencitraan fotoakustik berbasis laser dioda dan mikrofon kondenser untuk simulasi deteksi hemoglobin pada sampel darah. Penelitian ini dilatarbelakangi oleh metode pendeteksian hemoglobin di Indonesia yang umumnya menggunakan pendekatan *Point of Care Testing* (POCT) yang dinilai mahal, memerlukan kalibrasi berkala, dan belum merata di seluruh wilayah Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengarakterisasi kinerja sistem pencitraan fotoakustik, menentukan frekuensi modulasi dan *duty cycle* optimum, serta menganalisis pengaruh variasi subjek individu dan variasi tingkat kekeringan sampel darah terhadap hasil citra yang diperoleh. Sistem pencitraan fotoakustik yang dikembangkan menggunakan laser dioda hijau dengan panjang gelombang 532 nm sebagai sumber eksitasi dan mikrofon kondenser sebagai detektor sinyal akustik. Pemindaian dilakukan menggunakan meja gerak berbasis motor stepper dengan area pindai (20×20) mm². Karakterisasi sistem dilakukan pada tiga variasi wujud sampel yaitu cair (akuades), lunak (daging bandeng), dan padat (baut heksagonal) untuk menentukan parameter optimal sebelum diterapkan pada sampel darah. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa parameter optimal yang diperoleh adalah frekuensi modulasi 16.000 Hz dengan *duty cycle* 60%. Pencitraan sampel darah menghasilkan taraf intensitas akustik rata-rata pada variasi subjek sebesar (-11 ± 2) dB, sedangkan pada variasi tingkat kekeringan sebesar (-9 ± 3) dB, serta taraf intensitas akustik sampel darah lebih tinggi daripada taraf intensitas akustik media (kaca preparat). Uji normalitas Shapiro-Wilk menunjukkan data pada kedua variasi terdistribusi normal ($p > 0,05$) dengan nilai *p-value* variasi subjek sebesar 0,3333 dan variasi tingkat kekeringan sebesar 0,8624. Hal ini menunjukkan bahwa sistem pencitraan fotoakustik berpotensi memiliki sensitivitas yang memadai dalam merepresentasikan perubahan mikrostruktur hemoglobin secara kuantitatif seiring proses dehidrasi sampel darah. Hasil analisis histogram, kontur, *plot profile*, dan *surface plot* membuktikan bahwa sistem dapat membedakan distribusi terukur hemoglobin baik antar individu maupun akibat variasi kondisi pengeringan. Penelitian ini menunjukkan potensi sistem pencitraan fotoakustik berbasis laser dioda dan mikrofon kondenser sebagai dasar pengembangan platform deteksi hemoglobin yang sensitif dan noninvasif, meskipun penelitian lanjutan dengan penambahan jumlah sampel dan validasi klinis perlu dilakukan untuk optimasi lebih lanjut.

Kata kunci: pencitraan fotoakustik, hemoglobin, sampel darah, tingkat kekeringan, dan intensitas akustik

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
**Karakterisasi Sistem Fooakustik Berbasis Laser Dioda dan Mikrofon Kondenser untuk Simulasi Deteksi
Hemoglobin**
Nanda Rizki Kusuma, Prof. Dr. Mitrayana, S.Si., M.Si.
**Universitas Gadjah Mada, 2026 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/**

# ABSTRACT

***CHARACTERIZATION OF A PHOTOACOCUSTIC SYSTEM BASED ON DIODE LASER AND CONDENSER MICROPHONE FOR DETECTION HEMOGLOBIN SIMULATION***

By

Nanda Rizki Kusuma
22/502492/PA/21554

A study was conducted on a photoacoustic imaging system based on a diode laser and a condenser microphone for the simulation of hemoglobin detection in blood samples. This research was motivated by the hemoglobin detection methods commonly used in Indonesia, which rely on the Point of Care Testing (POCT) approach, considered costly, requiring periodic calibration, and not yet evenly distributed across all regions of Indonesia. This study aimed to characterize the performance of the photoacoustic imaging system, determine the optimum modulation frequency and duty cycle, and analyze the effects of individual subject variation and blood sample drying level variation on the resulting images. The developed photoacoustic imaging system uses a green diode laser with a wavelength of 532 nm as the excitation source and a condenser microphone as the acoustic signal detector. Scanning was performed using a stepper motor-based translation stage with a scanning area of (20×20) mm². System characterization was carried out on three sample states liquid (distilled water), soft (milkfish meat), and solid (hexagonal bolt) to determine the optimal parameters prior to application on blood samples. The characterization results showed that the optimal parameters obtained were a modulation frequency of 16,000 Hz and a duty cycle of 60%. Imaging of blood samples yielded an average acoustic intensity level of (-11 ± 2) dB for the subject variation, and (-9 ± 3) dB for the drying level variation, with the acoustic intensity level of the blood samples higher than that of the medium (glass slide). The Shapiro-Wilk normality test indicated that the data for both variations were normally distributed ($p > 0.05$), with p-values of 0.3333 for subject variation and 0.8624 for drying level variation. These results indicate that the photoacoustic imaging system has the potential to provide adequate sensitivity in representing quantitative changes in hemoglobin microstructure during the blood sample dehydration process. Histogram, contour, profile plot, and surface plot analyses demonstrated that the system can distinguish measured hemoglobin distributions both between individuals and due to variations in drying conditions. This study demonstrates the potential of a photoacoustic imaging system based on a diode laser and condenser microphone as a basis for developing a sensitive and noninvasive hemoglobin detection platform, although further research with an increased number of samples and clinical validation is needed for further optimization.

Keywords: photoacoustic imaging, hemoglobin, blood sample, drying level, acoustic intensity