

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KONSENTRASI MERKURI
(Hg) PADA LIMBAH TAMBANG EMAS BERBASIS SENSOR
SERAT OPTIK**



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS PADANG**

Juli, 2026

**RANCANG BANGUN ALAT UKUR KONSENTRASI MERKURI
(Hg) PADA LIMBAH TAMBANG EMAS BERBASIS SENSOR
SERAT OPTIK**

SKRIPSI

Karya tulis sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Sains dari
Universitas Andalas



**DEPARTEMEN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG**

2026

RANCANG BANGUN ALAT UKUR KONSENTRASI MERKURI (Hg) PADA LIMBAH TAMBANG EMAS BERBASIS SENSOR SERAT OPTIK

ABSTRAK

Merkuri (Hg) merupakan logam berat berbahaya yang banyak ditemukan pada limbah aktivitas pertambangan emas dan dapat mencemari lingkungan serta membahayakan kesehatan manusia. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun alat ukur konsentrasi merkuri berbasis sensor serat optik yang terintegrasi dengan metode *machine learning*. Sistem menggunakan serat optik dengan lapisan sensing kitosan-*dithizone*, laser merah 650 nm, dan fotodioda OPT101 untuk mendeteksi perubahan intensitas cahaya akibat interaksi merkuri dengan *dithizone*. Data tegangan keluaran sensor kemudian diolah menggunakan algoritma *random forest* untuk memprediksi konsentrasi merkuri dan menampilkan hasil pengukuran pada LCD. Hasil karakterisasi menunjukkan konfigurasi optimum pada panjang pengupasan 2 cm dan radius bending 4,5 cm dengan sensitivitas 814,2 V/ppm. Model *random forest* menghasilkan R^2 sebesar 0,99 pada data pelatihan. Pengujian sampel lapangan menunjukkan bahwa sistem memberikan hasil pengukuran yang baik pada konsentrasi merkuri kecil dengan persentase *error* sebesar 3%-5%, sedangkan pada konsentrasi yang lebih tinggi diperoleh *error* hingga 46%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem sensor serat optik berbasis *random forest* memiliki kinerja yang baik untuk mendeteksi merkuri pada konsentrasi kecil sedangkan pada konsentrasi yang lebih tinggi diperlukan pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan kinerja sistem dalam menghasilkan pengukuran yang lebih optimal.

Kata kunci: *dithizone*, *evanescent*, merkuri (Hg), *random forest*, OPT101, dan sensor serat optik.

DESIGN AND CONSTRUCTION OF A FIBER OPTIC SENSOR-BASED MERCURY (Hg) CONCENTRATION MEASUREMENT SYSTEM FOR GOLD MINING WASTEWATER

ABSTRACT

Mercury (Hg) is a hazardous heavy metal commonly found in waste generated by gold mining activities and can contaminate the environment and pose risks to human health. This study aimed to design and develop a mercury concentration measurement instrument based on an optical fiber sensor integrated with a machine learning method. The system uses an optical fiber with a chitosan–dithizone sensing layer, a 650 nm red laser, and an OPT101 photodiode to detect changes in light intensity resulting from the interaction between mercury and dithizone. The output voltage data from the sensor were processed using the Random Forest algorithm to predict mercury concentration and display the measurement results on an LCD. The characterization results showed that the optimum configuration was obtained with a 2 cm stripped length and a 4.5 cm bending radius, achieving a sensitivity of 814.2 V/ppm and a coefficient of determination (R^2) of 0.97. The Random Forest model achieved an R^2 of 0.99 on the training data. Field sample testing showed that the system provided good measurement results at low mercury concentrations, with an error percentage of 3–5%, while an error of up to 46% was obtained at higher concentrations. These results indicate that the *Random Forest*-based optical fiber sensor system performs well in detecting mercury at low concentrations, while further development is required at higher concentrations to improve the system's performance and achieve more optimal measurement results.

Keywords: *dithizone*, evanescent, mercury (Hg), random forest, OPT101 and fiber optic sensor.