

PENGEMBANGAN SISTEM IOT BERBASIS ESP8266 UNTUK DETEKSI DINI PENYAKIT SALURAN KEMIH BERBASIS PH DAN WARNA URINE

SUDARMA YUDHO PRAYITNO

ABSTRAK

Kesehatan saluran kemih dapat dipantau melalui analisis parameter urine seperti pH dan warna. Pemeriksaan konvensional yang mengandalkan observasi visual dan analisis laboratorium membutuhkan waktu serta berpotensi menimbulkan subjektivitas. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem *Internet of Things* (IoT) berbasis ESP8266 yang mampu mendeteksi pH dan warna *urine* secara *real-time* serta melakukan prediksi dini penyakit saluran kemih menggunakan pendekatan *machine learning*. Sistem dirancang dengan mengintegrasikan sensor pH, sensor warna, dan sensor kekeruhan yang terhubung dengan ESP8266. Data hasil pengukuran dikirimkan ke basis data berbasis *cloud* dan diproses menggunakan algoritma *Random Forest* dan *XGBoost*. Pengujian alat dilakukan terhadap 20 sampel *urine* dengan membandingkan hasil pembacaan alat terhadap hasil pemeriksaan laboratorium sebagai data acuan. Hasil uji coba menunjukkan bahwa sistem mampu mendeteksi parameter *urine* dengan pola yang selaras dengan hasil laboratorium, dengan deviasi pengukuran pH rata-rata sebesar $\pm 0,6$, yang masih berada dalam batas toleransi untuk keperluan deteksi dini (*screening*). Evaluasi model *machine learning* dilakukan menggunakan *dataset* sebanyak 301 data, yang menunjukkan bahwa algoritma *Random Forest* menghasilkan akurasi 100% dan *F1-score* 1.000, sedangkan *XGBoost* memperoleh akurasi 98,4% dan *F1-score* 0.984. Berdasarkan hasil pengujian alat dan evaluasi model, sistem yang dikembangkan mampu berfungsi sebagai alat bantu *screening* penyakit saluran kemih secara *real-time*, namun belum dapat menggantikan pemeriksaan laboratorium klinis. Berdasarkan masukan dari dokter spesialis urologi dan patologi klinik, sistem masih memiliki keterbatasan karena hanya menggunakan parameter pH dan warna *urine*. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan parameter klinis lain, seperti indikator bakteri, leukosit, nitrit, atau protein *urine*, guna meningkatkan akurasi dan relevansi klinis sistem.

Kata kunci: *Internet of Things*, ESP8266, pH *urine*, warna *urine*, *machine learning*, deteksi dini

PENGEMBANGAN SISTEM IOT BERBASIS ESP8266 UNTUK DETEKSI DINI PENYAKIT SALURAN KEMIH BERBASIS PH DAN WARNA *URINE*

SUDARMA YUDHO PRAYITNO

ABSTRACT

Urinary tract health can be monitored through urine parameter analysis such as pH and color. Conventional examinations that rely on visual observation and laboratory analysis are time-consuming and potentially subjective. This study aims to develop an ESP8266-based Internet of Things (IoT) system capable of detecting urine pH and color in real-time and predicting urinary tract diseases early using a machine learning approach. The system is designed by integrating pH sensors, color sensors, and turbidity sensors connected to ESP8266. The measurement data is sent to a cloud-based database and processed using Random Forest and XGBoost algorithms. The device was tested on 20 urine samples by comparing the device readings with laboratory test results as reference data. The test results showed that the system was able to detect urine parameters with patterns consistent with laboratory results, with an average pH measurement deviation of ± 0.6 , which is still within the tolerance limit for early detection (screening) purposes. The machine learning model was evaluated using a dataset of 301 data points, which showed that the Random Forest algorithm produced 100% accuracy and an F1-score of 1.000, while XGBoost obtained 98.4% accuracy and an F1-score of 0.984. Based on the results of the device testing and model evaluation, the developed system is capable of functioning as a real-time screening tool for urinary tract diseases, but it cannot yet replace clinical laboratory tests. Based on input from urology and clinical pathology specialists, the system still has limitations because it only uses pH and urine color parameters. Therefore, further research is recommended to add other clinical parameters, such as bacterial indicators, leukocytes, nitrites, or urine protein, to improve the accuracy and clinical relevance of the system

Keywords: Internet of Things, ESP8266, urine pH, urine color, machine learning.