

INTISARI

Kelelahan fisik atau *fatigue* merupakan salah satu faktor krusial yang berkontribusi terhadap penurunan produktivitas dan peningkatan risiko kecelakaan kerja di berbagai sektor industri. Pemantauan kondisi fisiologis secara *real-time* menjadi tantangan karena sifatnya yang subjektif dan kompleks. Penelitian ini mengusulkan sebuah model integrasi antara *Fuzzy Logic* metode Mamdani dan algoritma *Machine Learning K-Nearest Neighbor* untuk mendeteksi kondisi fisiologis manusia secara lebih objektif. Menggunakan dataset sekunder dari Kaggle yang mencakup variabel detak jantung dan suhu tubuh, penelitian ini mengatasi ketiadaan label pada data mentah dengan menerapkan proses *labeling* otomatis. Proses tersebut didasarkan pada 16 aturan *fuzzy* yang disusun secara sistematis merujuk pada standar klinis kesehatan. Implementasi sistem diawali dengan pengolahan data mentah melalui tahap *fuzzifikasi* untuk mengonversi nilai numerik menjadi variabel linguistik yang terdiri dari kategori Lemah, Normal, Waspada, dan *Fatigue*. Data yang telah terlabeli kemudian digunakan sebagai basis pengetahuan bagi algoritma KNN untuk dilakukan proses *training* dan *testing* dengan proporsi data yang telah ditentukan. Hasil eksperimen dengan nilai $K = 5$ terhadap 20 data uji menunjukkan performa sistem yang sangat baik. Evaluasi mendalam dilakukan menggunakan metrik *Confusion Matrix* untuk menganalisis nilai *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score*. Hasil dari perhitungan menunjukkan nilai *Precision*, *Recall*, dan *F1-Score* sebesar 1 (satu), sehingga penelitian yang dilakukan menyimpulkan bahwa penggabungan logika *fuzzy* sebagai pemberi label dan KNN sebagai validator mampu memberikan hasil klasifikasi yang konsisten. Sistem ini berpotensi besar untuk dikembangkan menjadi perangkat pemantauan keselamatan kerja berbasis sensor di masa depan.

Kata kunci: *Fuzzy Logic*, *K-Nearest Neighbor*, *Fatigue*, Detak Jantung, Evaluasi Sistem, Keselamatan Kerja.

ABSTRACT

Physical fatigue is a crucial factor contributing to decreased productivity and increased risks of workplace accidents across various industrial sectors. Real-time monitoring of physiological conditions remains a challenge due to its subjective and complex nature. This study proposes an integrated model combining Mamdani-style Fuzzy Logic and the K-Nearest Neighbor Machine Learning algorithm to detect human physiological conditions more objectively. Utilizing a secondary dataset from Kaggle which includes heart rate and body temperature variables this research addresses the lack of labels in raw data by implementing an automated labeling process. This process is based on 16 systematically structured fuzzy rules derived from clinical health standards. System implementation begins with raw data processing through a fuzzification stage to convert numerical values into linguistic variables, categorized as Weak, Normal, Alert, and Fatigue. The labeled data then serves as the knowledge base for the KNN algorithm for training and testing using determined data proportions. Experimental results with $K = 5$ on 20 test data points demonstrated excellent system performance. In-depth evaluation was conducted using a Confusion Matrix to analyze Precision, Recall, and F1-Score. The calculation results yielded a value of 1 (one) for Precision, Recall, and F1-Score, respectively. Consequently, this study concludes that the integration of Fuzzy Logic as a labeler and KNN as a validator is capable of providing consistent classification results. This system holds significant potential for development into sensor-based occupational safety monitoring devices in the future.

Keywords: Fuzzy Logic, K-Nearest Neighbor, Fatigue, Heart Rate, System Evaluation, Occupational Safety.