

## ABSTRACT

Wireless Sensor Networks (WSNs) are crucial for various applications, such as environmental monitoring, industrial control, and military surveillance. Extending the lifetime of WSNs is a significant challenge, particularly in remote and inaccessible areas where maintenance is difficult. Careful selection of cluster heads (CHs) is one of the most important factors in prolonging WSNs' lifetime as their energy consumption significantly impacts the network's overall energy consumption.

This thesis proposes a new approach based on fuzzy logic to select CHs by considering two fuzzy fitness functions. The first function evaluates nodes' distance from the base station and their energy level, while the second assesses each node's density and neighbor cost. By using these fuzzy fitness functions, we can compute a transmission duty cycle ( $T_d$ ) for each node and then select CHs based on a voting system.

Moreover, the fuzzy fitness functions calculate the cluster radius, a critical parameter for cluster formation. We evaluate the proposed method through simulations and compare it with other cluster selection techniques. The simulation results show that our fuzzy logic-based approach significantly increases the network's lifetime, with up to a 61.29% improvement compared to the Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy (LEACH) protocol. Our approach also outperforms the Energy Aware Multi-Hop Multi-Path Hierarchical (EAMMH) protocol by 47.8%. Furthermore, the Modified LEACH (FLCE) protocol demonstrates significantly lower energy consumption compared to LEACH and EAMMH, with energy savings of 18.8% and 17.7%, respectively.

In conclusion, our work demonstrates the effectiveness of fuzzy logic in cluster selection for WSNs and provides a useful tool for improving the network's lifetime. Our approach has potential applications in various domains, including environmental monitoring, industrial control, and military surveillance.

**Keywords:** Wireless sensor network, Cluster selection, Fuzzy logic, Energy efficiency, Network lifetime.

## INTISARI

Wireless Sensor Networks atau Jaringan Sensor Nirkabel (WSN) banyak digunakan untuk berbagai aplikasi, seperti pemantauan lingkungan, kontrol industri, dan pengawasan militer. Salah satu tantangan utama dalam WSN adalah memaksimalkan network lifetime atau masa pakai jaringan, karena sensor sering ditempatkan di lokasi yang jauh dan tidak dapat diakses serta tidak dapat diganti dengan mudah. Salah satu cara untuk memperpanjang masa pakai WSN adalah dengan kecermatan pemilihan cluster head (CH) dalam jaringan. CH bertanggung jawab untuk mengumpulkan dan agregasi data dari kluster masing-masing dan meneruskannya ke base station. Konsumsi energi CH berperan penting dalam keseluruhan konsumsi energi jaringan. Dalam tesis ini, penulis mengusulkan teknik pemilihan kluster berbasis logika fuzzy untuk meningkatkan masa pakai WSN. Pendekatan penelitian ini memperhitungkan tingkat energi node, jarak dari stasiun pangkalan, dan kepadatan node serta neighbor cost dari setiap node. Logika fuzzy digunakan untuk menghitung transmission duty cycle atau siklus tugas transmisi (Td) untuk setiap node, dan kemudian CH dipilih berdasarkan voting. Penulis mengevaluasi kinerja metode yang diusulkan melalui simulasi dan membandingkannya dengan teknik pemilihan kluster lainnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan berbasis logika fuzzy secara signifikan memperpanjang masa pakai jaringan, dengan peningkatan hingga 61,29% dibandingkan dengan low-energy adaptive clustering hierarchy (LEACH) dan 47,8% dan Protokol LEACH yang dimodifikasi (FLCE) menunjukkan rata-rata tertinggi pada energi yang tersisa bila dibandingkan dengan LEACH dan EAMMH, dengan peningkatan masing-masing sebesar -18.8% dan -17.7% dibandingkan dengan Energy Aware Multi-hop Multi-path Hierarchical protocol (EAMMH). Penelitian ini menunjukkan keefektifan penggunaan logika fuzzy dalam pemilihan kluster untuk WSN dan menjadi alat alternatif untuk mengoptimalkan masa pakai jaringan WSN.

**Kata kunci** -- Wireless sensor network, Cluster selection, Fuzzy logic, Energy efficiency, Network lifetim