

# Protokol Clustering dan Routing untuk Meningkatkan Efisiensi Energi pada Wireless Sensor Network Menggunakan Algoritma Tuna Swarm Optimization dan Hybrid Multi-Hop Routing = Clustering and Routing Protocol for Enhancing Energy Efficiency Optimization in Wireless Sensor Network using Tuna Swarm Optimization Algorithm and Hybrid Multi-Hop Routing

Achmad Bachtiar, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=9999920564617&lokasi=lokal>

---

## Abstrak

Wireless Sensor Network (WSN) adalah jaringan yang terdiri dari kumpulan node sensor berukuran kecil yang berfungsi untuk memantau dan mengirimkan data ke base station (BS). WSN menawarkan berbagai keunggulan seperti biaya yang rendah dan instalasi yang mudah. Namun, keterbatasan energi pada setiap node sensor menyebabkan masa operasionalnya menjadi terbatas. Keterbatasan ini semakin signifikan pada aplikasi di lingkungan yang sulit dijangkau karena penggantian atau pengisian ulang energi tidak dapat dilakukan dengan mudah. Oleh karena itu, dibutuhkan efisiensi energi untuk memastikan WSN dapat beroperasi secara optimal dalam jangka waktu yang lama. Penelitian ini mengusulkan protokol clustering dan routing menggunakan algoritma tuna swarm optimization dan hybrid multi-hop routing (TSO-HMR) untuk mengoptimalkan efisiensi energi dan memperpanjang network lifetime. Algoritma tuna swarm optimization (TSO) digunakan untuk mengoptimalkan klaster jaringan dengan mengevaluasi rata-rata dan standar deviasi jarak antara node sensor dan pusat klasternya sehingga jarak komunikasi dalam klaster berkurang dan konsumsi energi menjadi lebih efisien. Sementara itu, pemilihan cluster head (CH) dilakukan secara adaptif dengan mengevaluasi energi residu node sensor, jarak ke base station (BS), dan jarak node sensor dalam klaster. Skema hybrid multi-hop routing dirancang untuk memilih jalur komunikasi yang optimal untuk mengurangi energi yang dikonsumsi dalam proses komunikasi antara CH dan BS dengan CH dapat mengirimkan data langsung ke BS atau melalui CH lain yang bertindak sebagai relay dengan memenuhi persyaratan seperti energi residu tersisa, jarak antara relay dengan BS dan CH, serta jarak antara CH dengan BS. Hasil simulasi menunjukkan bahwa TSO-HMR meningkatkan efisiensi energi secara signifikan, yaitu dengan meningkatnya network lifetime sebesar 94.1% dibandingkan penelitian sebelumnya, yaitu tuna swarm optimization and fuzzy logic control (TSFC). Penelitian ini menunjukkan potensi TSO-HMR sebagai solusi yang andal untuk mengatasi keterbatasan energi dalam WSN, khususnya pada aplikasi yang membutuhkan kinerja jaringan dengan masa operasional yang panjang.

.....Wireless Sensor Network (WSN) consists of numerous small-scale sensor nodes deployed to monitor environmental parameters and transmit data to a base station (BS). Despite their advantages, including cost-effectiveness and ease of deployment, WSNs face a critical limitation in the form of constrained energy resources at each sensor node, which significantly affects the operational lifetime of the network. This limitation becomes particularly challenging in inaccessible environments, where replacing or recharging batteries is impractical. Consequently, optimizing energy consumption is paramount to ensure prolonged and reliable network operation. This study introduces a novel clustering and routing protocol, termed tuna swarm optimization and hybrid multi-hop routing (TSO-HMR), designed to enhance energy efficiency and extend network lifetime. The tuna swarm optimization (TSO) algorithm is employed to optimize cluster

formation by minimizing the average and standard deviation of distances between nodes and their respective cluster centers. This approach improves the compactness of cluster structures, reducing intra-cluster communication distances and energy consumption. Furthermore, the selection of cluster heads (CHs) is performed adaptively using a fitness function that evaluates three critical parameters: the residual energy of sensor nodes, their distances to the BS, and the intra-cluster distances. To further reduce energy consumption during data transmission, a hybrid multi-hop routing scheme is incorporated. This scheme enables CHs to transmit data either directly to the BS or through other CHs acting as relays. The relay selection process is governed by multiple criteria, including residual energy, the distance between the relay and both the BS and transmitting CH, as well as the distance between the transmitting CH and the BS. This dual-mode routing mechanism ensures optimal energy utilization across the network. Simulation results demonstrate that the TSO-HMR protocol achieves substantial improvements in energy efficiency, with a 94.1% increase in network lifetime compared to the baseline protocol, tuna swarm optimization and fuzzy logic control (TSFC). This research highlights the potential of TSO-HMR as a robust solution for addressing energy constraints in WSNs, particularly in scenarios demanding prolonged operational performance.