

**PENERAPAN SIMULASI ALGORITMA *ARTIFICIAL BEE COLONY*
UNTUK PEMILIHAN *CLUSTER HEAD* ADAPTIF PADA PROTOKOL
LEACH DI JARINGAN MANET**

Nama : Diva Erwiana
NIM : 210431100030
Program Studi : Teknik Elektro
Dosen Pembimbing : 1. Muttaqin Hardiwansyah, S.ST., M.T.
2. Dian Neipa Purnamasari, S.ST., M.Tr.T.

ABSTRAK

Mobile Ad-Hoc Network (MANET) merupakan jaringan nirkabel dinamis tanpa infrastruktur tetap yang sangat ideal untuk kondisi darurat. Namun, keterbatasan energi *node* dan perubahan topologi akibat mobilitas tinggi menjadi tantangan utama dalam mempertahankan masa pakai jaringan (*network lifetime*). Protokol *Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy* (LEACH) digunakan untuk meningkatkan efisiensi energi melalui pembentukan klaster, tetapi pemilihan *Cluster Head* (CH) standar yang berbasis *random search* sering kali mengakibatkan distribusi beban energi yang tidak merata. Penelitian ini menerapkan simulasi algoritma *Artificial Bee Colony* (ABC) untuk mengoptimalkan pemilihan CH secara adaptif dengan mempertimbangkan parameter sisa energi *node*, jarak ke *base station*, dan tingkat mobilitas *node*. Kinerja sistem diuji melalui perangkat lunak Python dengan membandingkan empat skenario: *Random Search* statis, *Random Search* dinamis, ABC statis, dan ABC dinamis, dengan variasi parameter jumlah *node* (100, 200, 300), luas area (200x200, 400x400, 600x600, 800x800, 1000x1000), nilai energi awal *node* (0.1 J, 0.25 J, 0.5 J), serta variasi posisi *base station* (0x100, 250x750, dan 500x500). Hasil pengujian menunjukkan bahwa kondisi topologi statis secara konsisten memberikan performa transmisi paket dan efisiensi energi yang lebih baik dibandingkan kondisi dinamis. Pada pengujian energi awal 0,5 J, metode *Random Search* statis mampu mencapai nilai *lifetime* tertinggi sebesar 366 *round* akibat eliminasi alami *node* berjarak jauh, sementara algoritma ABC statis menunjukkan stabilitas distribusi konsumsi energi rata-rata

yang lebih seimbang di sepanjang *round* simulasi. Integrasi algoritma ABC pada protokol LEACH terbukti memberikan solusi optimasi yang adaptif untuk mempertahankan kinerja jaringan pada lingkungan MANET yang kompleks.

Kata Kunci: MANET, Protokol LEACH, *Artificial Bee Colony*, *Cluster Head*, Efisiensi Energi.

**PENERAPAN SIMULASI ALGORITMA ARTIFICIAL BEE COLONY
UNTUK PEMILIHAN CLUSTER HEAD ADAPTIF PADA PROTOKOL
LEACH DI JARINGAN MANET**

Nama : Diva Erwiana
NIM : 210431100030
Program Studi : Teknik Elektro
Dosen Pembimbing : 1. Muttaqin Hardiwansyah, S.ST., M.T.
2. Dian Neipa Purnamasari, S.ST., M.Tr.T.

ABSTRACT

Mobile Ad-Hoc Network (MANET) is a dynamic wireless network without fixed infrastructure that is highly ideal for emergency conditions. However, limited node energy and topology changes due to high mobility are the main challenges in maintaining network lifetime. The Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy (LEACH) protocol is used to improve energy efficiency through cluster formation, but the standard probabilistic random-based Cluster Head (CH) selection often results in uneven energy load distribution. This study implements a simulation of the Artificial Bee Colony (ABC) algorithm to adaptively optimize CH selection by considering parameters such as residual node energy, distance to base station, and node mobility level. System performance is tested through Python software by comparing four scenarios: static Random Search, dynamic Random Search, static ABC, and dynamic ABC, with variations in parameters including number of nodes (100, 200, 300), area size (200x200, 400x400, 600x600, 800x800, 1000x1000), initial node energy values (0.1 J; 0.25 J; 0.5 J), and base station position variations (0x100, 250x750, and 500x500). The test results show that static topology conditions consistently provide better packet transmission performance and energy efficiency compared to dynamic conditions. In the initial energy test of 0.5 J, the static Random Search method achieved the highest lifetime value of 366 rounds due

to natural elimination of distant nodes, while the static ABC algorithm demonstrated more balanced stability in average energy consumption distribution throughout the simulation rounds. The integration of the ABC algorithm into the LEACH protocol is proven to provide an adaptive optimization solution for maintaining network performance in complex MANET environments.

Keywords: *Mobile Ad-Hoc Network, LEACH, Artificial Bee Colony, Cluster Head, Network Lifetime, Random Search*