

# Analisis Perbandingan Teknik Pemilihan Cluster Head Pada Wireless Sensor Network Berbasis Clustering Menggunakan Algoritma Routing Protocol LEACH dan G-LEACH

## *Comparative Analysis of Cluster Head Selection Techniques on Clustering-Based Wireless Sensor Networks Using the LEACH and G-LEACH Routing Protocol Algorithms*

Kristoforus Fallo<sup>1)</sup>, Budiman Baso<sup>2)</sup>, Regolinda Maneno<sup>3)</sup>

<sup>1)-3)</sup>Program Studi Teknologi Informasi, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Timor  
Jl. El Tari Km.05, Kefamenanu- NTT, Indonesia 50275

---

**Riwayat:** Copyright ©2023, JITU, Submitted: 09 Januari 2023; Revised: 02 Februari 2023; Accepted: 27 Februari 2023 ; Published: 01 Maret 2023  
DOI :10.32938/jitu.v3i1.3795

---

**Abstract-** *Wireless Sensor Network (WSN) is a series of wireless networks consisting of several nodes in a limited area. Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy (LEACH) and Grid-Based Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy (G-LEACH) methods are clustering methods used to collect data by clustering nodes in the WSN area. The clustering process for both methods is the same, namely by select node as the Cluster head (CH) whose job is to collect data from other nodes to the sink. The selection of CH is carried out in each round by taking into account the probability formula used and the largest the remaining energy at that node. This study aims to determine the quality comparison of CH selection techniques in clustering-based routing protocol on WSN. The result of the study show that the G-LEACH routing protocol has good quality CH selection techniques and a long network lifetime compared to LEACH but requires a long time to reach the CH selection process.*

**Keywords –** Cluster Head, LEACH, G-LEACH, WSN

**Abstrak –** *Wireless Sensor Network (WSN) merupakan Suatu rangkaian jaringan nirkabel terdiri atas beberapa node dalam suatu area yang terbatas. Metode Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy (LEACH) dan Grid-Based Low Energy Clustering Hierarchy (G-LEACH) merupakan metode clustering yang digunakan untuk mengumpulkan data dengan mengklaster node-node pada area WSN. Proses clustering kedua metode sama yaitu dengan memilih sebuah node sebagai Cluster Head (CH) yang bertugas mengumpulkan data dari node-node lainnya menuju ke sink. Pemilihan CH dilakukan pada setiap round dengan memperhatikan rumus probabilitas yang digunakan dan sisa energi terbesar pada node tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui*

*perbandingan kualitas Teknik pemilihan CH dalam routing protocol berbasis clustering pada WSN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa routing protocol G-LEACH memiliki kualitas Teknik pemilihan CH yang baik dan masa hidup jaringan yang lama dibandingkan dengan LEACH namun membutuhkan waktu yang panjang dalam mencapai proses pemilihan CH.*

**Kata kunci -** Cluster Head, LEACH, G-LEACH, WSN

### I. PENDAHULUAN

Wireless Sensor Network merupakan teknologi informasi yang berkembang pesat saat ini. Teknologi tanpa kabel ini (nirkabel) terdiri dari kumpulan beberapa sensor node yang digunakan untuk mendukung kegiatan manusia dalam bidang militer, kesehatan maupun fenomena alam yang terjadi dan mencakup wilayah yang sangat luas[1]. Teknologi sensor *node* ini menggunakan baterai sebagai sumber daya dalam melakukan aktifitas pemantauan. Namun sensor *node* memiliki sumber daya yang terbatas dan pengisian ulang tidak dapat dilakukan karena posisi node sering ditempatkan pada wilayah yang ekstrim seperti pada wilayah bencana alam [2], hal ini akan menyebabkan masa hidup WSN mati ketika baterai pada semua node mati(mansor dkk) sehingga perlu dilakukan peningkatan masa pakai jaringan untuk kinerja yang lebih baik[3].

Banyak algoritma *routing protocol* berbasis *clustering* yang di perkenalkan, dua diantaranya adalah *Low Energy Adaptive Clustering Hierarchy(LEACH)* dan *Grid-based Low energy adaptive Clustering Hierarchy (G-LEACH)* [1]. Kedua algoritma ini berbasis *cluster* digunakan untuk meningkatkan efisiensi energi pada WSN dengan memilih *Cluster Head (CH)* dari *node* anggotanya agar selanjutnya hanya komunikasi dengan CH tersebut. Menurut [4] dan patil proses pemilihan CH, setiap node berhak memutuskan apakah dirinya menjadi CH dengan memperhitungkan presentase target CH yang diinginkan dan berapa kali node menjadi CH.

<sup>\*</sup>) Kristoforus Fallo

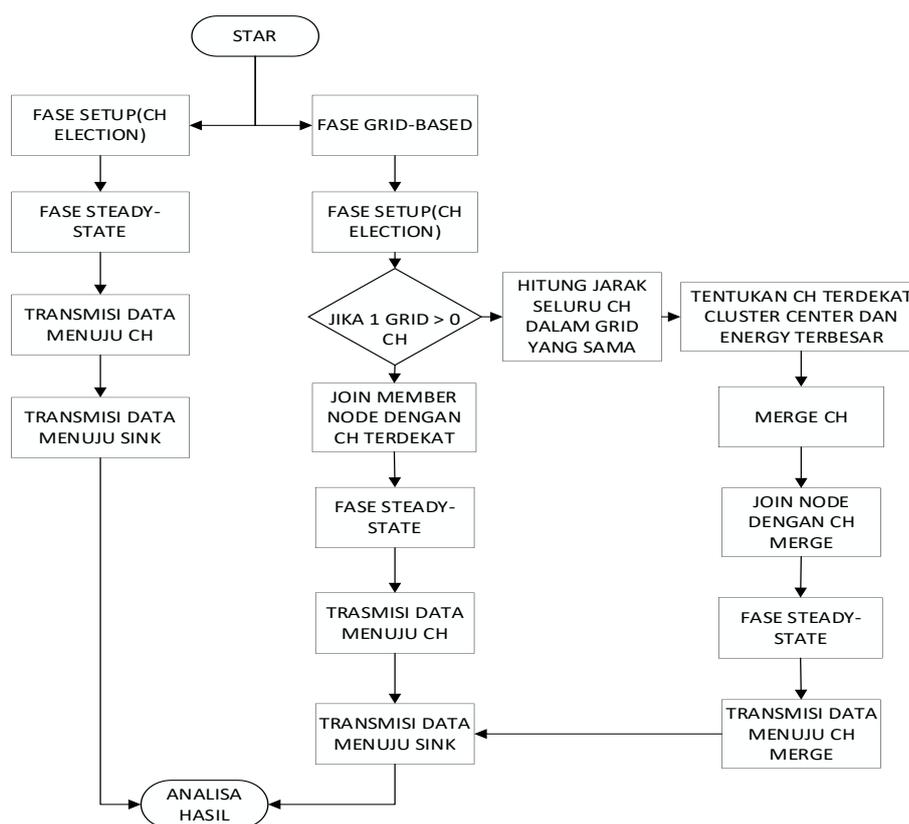
Email: kristoforusfallo@unimor.ac.id

Pemilihan ulang CH bertujuan untuk merotasi jabatan CH agar tidak ada node yang mati, jadi energi sangat penting dalam pemilihan CH. Menurut [5] pergantian CH pada LEACH dilakukan berdasarkan waktu dengan sebuah sesi yang disebut *round*. Pada *round* baru sebuah *node* akan memilih angka acak dan membandingkannya dengan nilai *threshold* yang digunakan untuk mencari CH sedangkan node biasa akan bergabung dengan CH tersebut dan membentuk *cluster*[6], CH yang terpilih kadang berada di tepi area dan memerlukan waktu dalam proses pengiriman paket ke sink[7]. Pada G-LEACH pemilihan CH dilakukan dalam *grid* dengan memperhitungkan beberapa jarak antar simpul, dimana pada G-LEACH *node* dengan jarak minimum dengan *cluster center* memiliki peluang besar menjadi CH.

Pada penelitian ini dilakukan simulasi perbandingan efisiensi energi, *network lifetime* dari kedua *routing protocol* WSN yaitu LEACH dan G-LEACH berdasarkan beberapa parameter seperti efisiensi energi yang diukur berdasarkan, konsumsi energi, jumlah data, jumlah *node* dan luas area. Pada *network lifetime* diukur berdasarkan lamanya waktu simulasi sesuai *node* yang masi hidup.

## 2. METODE PENELITIAN

Pada metode penelitian ini ada beberapa prosedur penelitian yang digunakan dalam seperti terlihat pada Gambar [1] dibawah ini: Pada *flowchart* dibawah ini merupakan perbandingan teknik pemilihan CH dengan *routing protocol* LEACH dan G-LEACH



Gambar 1. Perbandingan LEACH dan G-LEACH

### 2.1 Fase Grid-Based

Pada fase *grid-based* ini dilakukan pada *routing protocol* G-LEACH dengan membagi area WSN menjadi beberapa *grid*. Pada fase ini ada 2 teknik yang dilakukan yaitu tata letak *grid* dan penentuan titik pusat. Pada teknik tata letak jumlah *grid* dibagi sama baik jumlah baris dan jumlah kolom, sedangkan penentuan titik pusat *grid*, setiap *grid* dibagi sama baik panjang maupun lebar masing-masing *grid* [1].

### 2.2 Fase Setup Selection

Pada fase ini dilakukan pemilihan CH dan proses pembentukan cluster, pembentukan berubah setiap

putaran[8]. Pada setiap *round* baru setiap *node* akan mengambil angka acak 0 dan 1 kemudian menggunakan *threshold* jika angka yang dipilih lebih kecil dari *threshold* maka *node* tersebut akan menjadi CH [1]. Setelah pemilihan CH, setiap *node* akan menentukan jaraknya sendiri untuk membentuk *cluster*. Pembentukan *cluster* dan pemilihan CH dilakukan setiap kali putaran atau *round* seperti pada persamaan *routing protocol* LEACH dibawah ini

$$T(n) = \begin{cases} \frac{p}{1-px(r \bmod \frac{1}{p})} & \text{if } n \in G \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

Pada *routing protocol* G-LEACH pemilihan CH sama yaitu dilakukan setiap putaran adapun perbedaannya yaitu dimana G-LEACH pemilihan CH berada didalam setiap *grid* dengan memperhatikan energy pada setiap node, perbandingan jarak antar simpul *node* terdekat dengan *cluster center* dan node terjauh dengan asumsi bawah node yang terdekat *cluster center* memiliki peluang besar menjadi CH pada putaran pertama dengan menggunakan persamaan (2) seperti dibawah ini:

$$t = \frac{p}{1 - px(r \bmod \frac{1}{p})} + (1 - p) \frac{dMax - dc}{dMax - dMin} \left( \frac{eR}{eO} \right) \quad (2)$$

Pada persamaan (2) diatas dapat dijelaskan dimana  $dMax$  adalah jarak maksimum dan  $dMin$  adalah jarak minimum *node* dalam *grid* yang sama,  $dc$  adalah jarak *node* menuju *Cluster Center* sedangkan  $eR$  adalah sisa energi dalam setiap putaran dan  $eO$  adalah energi yang di berikan pada masing-masing node. Pada fase *setup* ini juga *routing protocol* G-LEACH juga akan melakukan penggabungan *cluster* dan CH *merge* pada

**Tabel 1.** Pseudocode fase setup LEACH dan G-LEACH **Error! Reference source not found.**

No	G-LEACH	LEACH
1	Fase <i>setup</i>	Fase <i>setup</i>
2	Hitung <i>node</i> yang masi hidup dalam setiap <i>round</i> Generate <i>initial random</i> tiap <i>node</i> Jika <i>node</i> lebih kecil	Hitung <i>node</i> yang masi hidup dalam setiap <i>round</i> Generate <i>initial random</i> tiap <i>node</i> Jika <i>node</i> lebih kecil
3	Jika <i>node</i> lebih kecil <i>threshod</i> , <i>node</i> menjadi CH	Jika <i>node</i> lebih kecil <i>threshod</i> , <i>node</i> menjadi CH
4	Menetapkan CH ke dalam tabel	Menetapkan CH ke dalam tabel
5	Menetapkan <i>round</i> dengan <i>node</i> yang tidak menjadi CH	Menetapkan <i>round</i> dengan <i>node</i> yang tidak menjadi CH
6	Menghitung CH dengan <i>Sink</i>	Menghitung CH dengan <i>Sink</i>
7	Menentukan jumlah CH yang dipilih	Menentukan jumlah CH yang dipilih
8	CH yang dipilih Menentukan ID <i>node</i>	CH yang dipilih Menentukan ID <i>node</i>
9	CH yang dipilih Mengelompokan <i>node</i>	CH yang dipilih Mengelompokan <i>node</i>
10	Menghitung jarak node member ke CH	Menghitung jarak node member ke CH
11	Generate <i>initial random</i> dalam <i>grid</i> yang sama	Generate <i>initial random</i> dalam <i>grid</i> yang sama
12	Menentukan CH <i>merge</i>	

setiap *grid* dalam setiap putaran dapat dilihat pada Tabel pseudocode 1 dibawah ini.

Menghitung jarak *node* dengan CH dalam 1 *grid*

**Tabel 1.** Pseudocode fase setup LEACH dan G-LEACH (Lanjutan) **Error! Reference source not found.**

No	G-LEACH	LEACH
13	Menentukan CH baru dalam <i>grid</i> Jika tidak ada CH dalam <i>grid</i> gabung <i>node</i> dengan CH terdekat dalam <i>grid</i> berbeda. Menghitung jarak <i>node</i> dengan CH dalam <i>grid</i> berbeda	

### 2.3 Fase Steady-State

Pada fase ini dilakukan pengiriman paket member node ke CH pada LEACH dan dan juga pengiriman paket dari node biasa ke CH *merge* pada G-LEACH dan pada fase ini juga dilakukan perhitungan biaya pengiriman data pada setiap putaran dan biaya penerimaan oleh *sink*, dapat dihitung menggunakan persamaan(3),(4) dan (5) dibawah ini.

$$ETx = Eelec \times b + Eamp \times b \times D \times chm^2 \quad (3)$$

$$ERx = (Eelec + EDA) \times b \quad (4)$$

$$ETx = (Eelec + EDA) + b + Eamp \times b \times D \times ts^2 \quad (5)$$

Berdasarkan formula perhitungan diatas  $ETx$  merupakan biaya transmisi,  $ERx$  merupakan biaya penerimaan oleh *sink*,  $Eamp$  merupakan jumlah energi yang dihabiskan oleh *amplifier* untuk mengirim bit,  $Eelec$  merupakan elektronik radio energi,  $EDA$  merupakan energi data agresi,  $b$  merupakan Panjang data dalam bit, dan  $D \times chm$  merupakan jarak node menuju CH dan Ch *merge* sedangkan  $D \times ts$  merupakan

**Tabel 1.** Pseudocode Pseudocode Fase *steady state* LEACH dan G-LEACH

No	G-LEACH	LEACH
1	Fase <i>steady state</i>	Fase <i>steady state</i>
2	Untuk semua <i>node</i> hidup hitung per <i>round</i> berjalan	Untuk semua <i>node</i> hidup hitung per <i>round</i> berjalan
3	Generate <i>initial random</i> tiap <i>node</i>	Generate <i>initial random</i> tiap <i>node</i>
4	Hitung Transmisi <i>node</i> ke CH <i>merge</i>	Hitung Transmisi <i>node</i> ke CH
5	Menghitung biaya energi yang digunakan selama proses penerimaan oleh CH	Menghitung biaya energi yang digunakan selama proses penerimaan oleh CH
6	Menghitung biaya transmisi CH ke <i>sink</i>	Menghitung biaya transmisi CH ke <i>sink</i>
7	Menampilkan CH pada <i>round</i> berjalan Menghitung semua	Menampilkan CH pada <i>round</i> berjalan Menghitung semua
8	<i>Node</i> mati di akhir <i>round</i>	<i>Node</i> mati di akhir <i>round</i>

jarak node menuju sink dapat dijelaskan dalam Tabel pseudocode 2 dibawah ini

### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

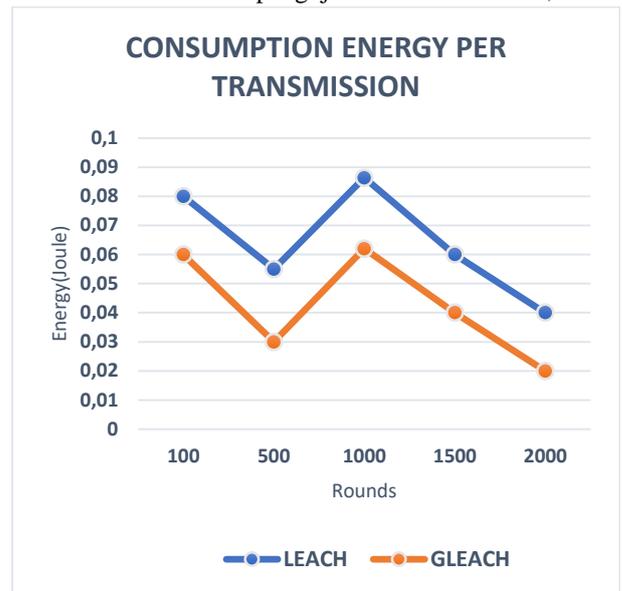
Hasil pengujian *routing protocol* LEACH dan G-LEACH menggunakan simulasi Matlab dengan beberapa parameter pengujian yaitu menggunakan 100

**Tabel 3.** Parameter Simulasi Perbandingan **Error! Reference source not found.**

Parameter	Kapasitas
Area Simulasi	100 m x 100 m
Jumlah Node	100 node
Energi ( $E_0$ )	0.5 Joule
Paket Data	5000 byte
$p$	0,1

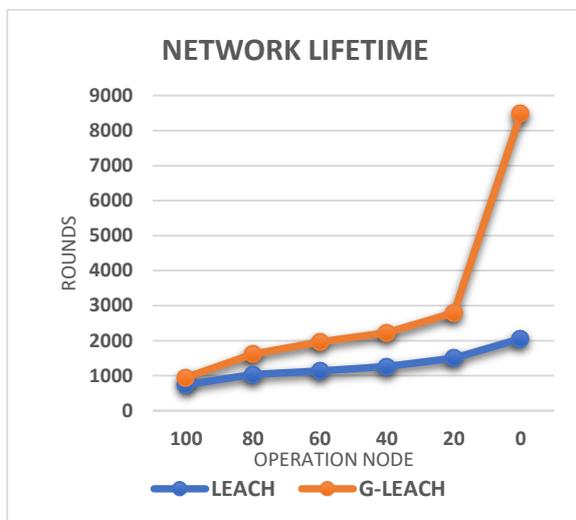
node, untuk luas area simulasi 100 meter energi yang digunakan 0.5 joule, dan paket data yang diberikan 5000 byte. Dapat dilihat pada Tabel 1. dibawah ini

Berdasarkan hasil pengujian untuk 100 node, G-

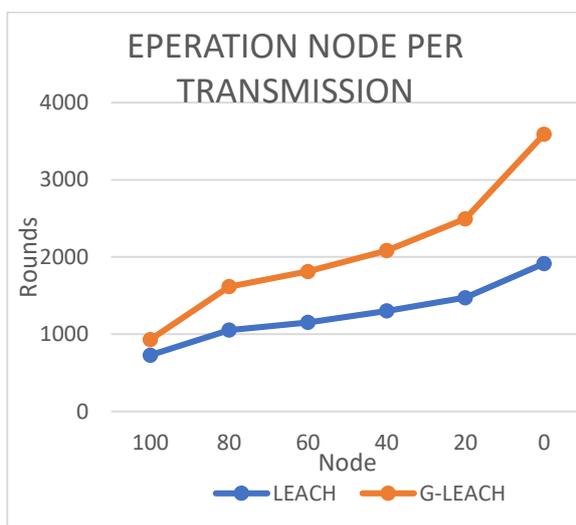


**Gambar 2.** Consumption energi per Transmission

LEACH memiliki masa hidup jaringan yang lebih lama dan mengkonsumsi energy yang lebih rendah.



**Gambar 2.** Operation Nodes



**Gambar 2.** Operation Nodes per Transmission

### IV. KESIMPULAN

Pada penelitian ini telah dilakukan pengujian dalam membandingkan kinerja *routing protocol* LEACH dan G-LEACH dengan beberapa parameter pengujian seperti *network lifetime* dan *consumption energy per rounds*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemilihan CH yang tepat sesuai node dengan sisa energi yang besar, posisi CH berada di dekat *cluster center* dan *merger CH* pada *protocol* G-LEACH memiliki masa hidup jaringan yang lama dan juga konsumsi energi yang rendah jika dibandingkan dengan *protocol* LEACH.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. Fallo, W. Wibisono, and K. N. P. Pamungkas, "Development of a grid-based clustering mechanism to improve leach performance in the wireless sensor network environment," *Regist. J. Ilm. Teknol. Sist. Inf.*, vol. 5, no. 2, pp. 152–161, 2019, doi: 10.26594/register.v5i2.1708.
- [2] L. D. Astuti and W. Wibisono, "Peningkatan Network Lifetime Pada Wireless Sensor Network Menggunakan Clustered Shortest Geopath Routing (C-SGP) Protocol," *J. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 3, p. 148, 2017, doi: 10.25126/jtiik.201743336.
- [3] P. Sivakumar and M. Radhika, "Performance Analysis of LEACH-GA over LEACH and LEACH-C in WSN," *Procedia Comput. Sci.*,

vol. 125, pp. 248–256, 2018, doi:  
10.1016/j.procs.2017.12.034.

- [4] N. G. Palan, B. V. Barbadekar, and S. Patil, “Low energy adaptive clustering hierarchy (LEACH) protocol: A retrospective analysis,” *Proc. Int. Conf. Inven. Syst. Control. ICISC 2017*, pp. 1–12, 2017, doi: 10.1109/ICISC.2017.8068715.
- [5] A. C. W. R. Heinzelman and H. Balakrishnan, “Energy-Efficient Communication Protocol for Wireless Microsensor Networks,” *Proc. Hawaii Int. Conf. Syst. Sci.*, vol. 00, no. c, pp. 3005–3014, 2002.
- [6] R. M. B. Hani and A. A. Ijeh, “A Survey on LEACH-Based Energy Aware Protocols for Wireless Sensor Networks,” *J. Commun.*, vol. 8, no. 3, pp. 192–206, 2013, doi: 10.12720/jcm.8.3.192-206.
- [7] K. Amirthalingam and V. Anuratha, “Improved LEACH: A modified LEACH for Wireless Sensor Network,” *2016 IEEE Int. Conf. Adv. Comput. Appl. ICACA 2016*, no. December, pp. 255–258, 2017, doi: 10.1109/ICACA.2016.7887961.
- [8] M. U. Harun Al Rasyid, B. H. Lee, I. Syarif, and M. M. Arkham, “LEACH Partition Topology for Wireless Sensor Network,” *2018 IEEE Int. Conf. Consum. Electron. ICCE-TW 2018*, pp. 1–5, 2018, doi: 10.1109/ICCE-China.2018.8448915.